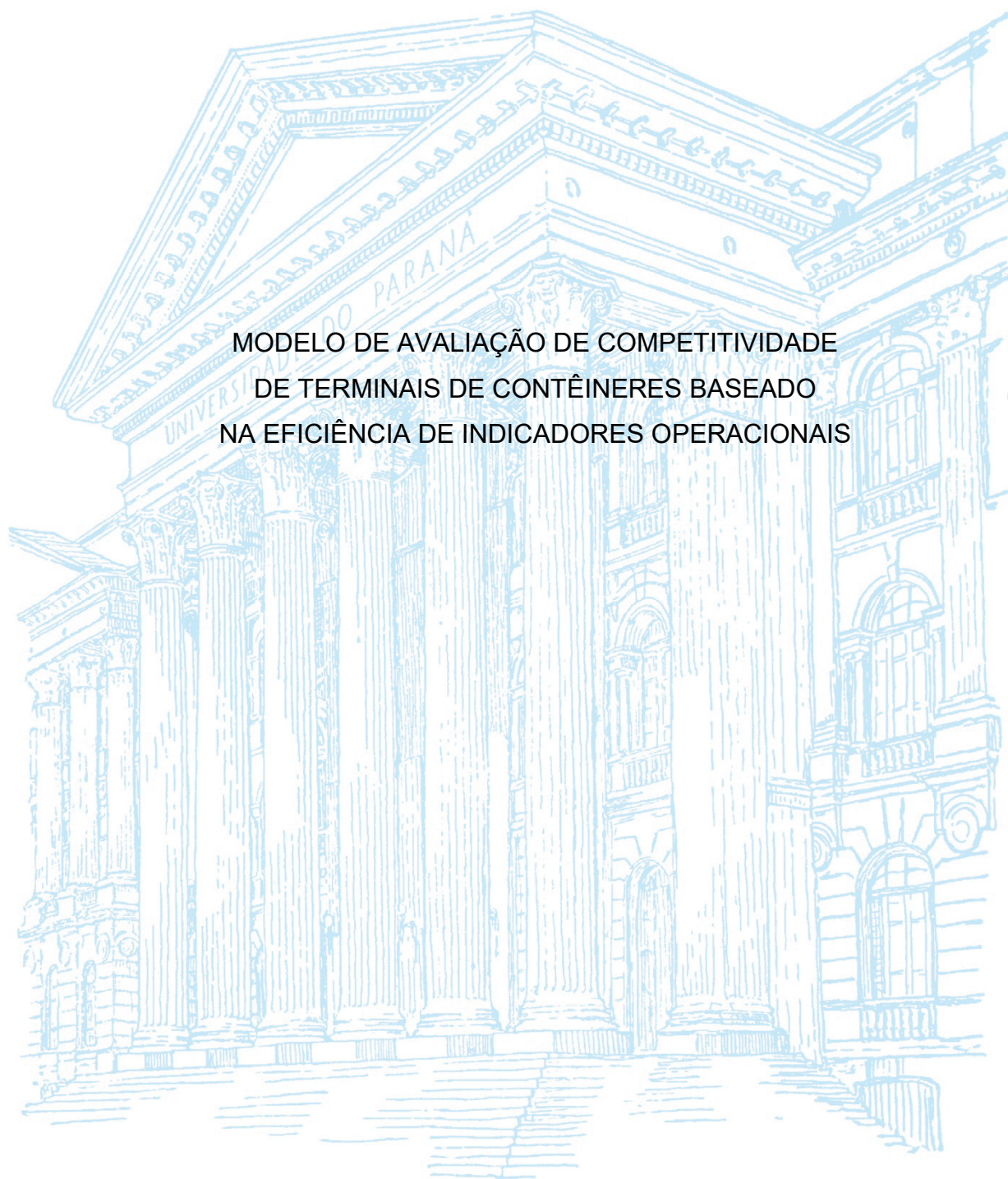


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LÍVIA MAIA BRAGA

MODELO DE AVALIAÇÃO DE COMPETITIVIDADE
DE TERMINAIS DE CONTÊINERES BASEADO
NA EFICIÊNCIA DE INDICADORES OPERACIONAIS



CURITIBA

2019

LÍVIA MAIA BRAGA

MODELO DE AVALIAÇÃO DE COMPETITIVIDADE
DE TERMINAIS DE CONTÊINERES BASEADO
NA EFICIÊNCIA DE INDICADORES OPERACIONAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, linha de pesquisa em Tecnologia e Inovação de Projetos, Produtos e Processos, do Setor de Tecnologia, da Universidade Federal do Paraná, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Eng. Robson Seleme, Dr.

CURITIBA

2019

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

B813m

Braga, Livia Maia

Modelo de avaliação de competitividade de terminais de contêineres baseado na eficiência de indicadores operacionais [recurso eletrônico] / Livia Maia Braga. – Curitiba, 2019.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2019.

Orientador: Robson Seleme .

1. Transporte marítimo. 2. Contêineres. 3. Portos. 4. Terminais marítimos.
I. Universidade Federal do Paraná. II. Seleme, Robson. III. Título.

CDD: 387.5

Bibliotecário: Elias Barbosa da Silva CRB-9/1894

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA DE PRODUÇÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **LÍVIA MAIA BRAGA** intitulada: **MODELO DE AVALIAÇÃO DE COMPETITIVIDADE DE TERMINAIS DE CONTÊINERES BASEADO NA EFICIÊNCIA DE INDICADORES OPERACIONAIS**, sob orientação do Prof. Dr. ROBSON SELEME, que após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 28 de Agosto de 2019.




ROBSON SELEME

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)



EDUARDO RATTON

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)



MARCOS AUGUSTO MENDES MARQUES

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)



ARINEI CARLOS LINDBECK DA SILVA

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
SETOR TECNOLOGIA - UFPR

AGRADECIMENTOS

Primeiramente aos meus pais, Cesar Augusto e Maria Edna, e minha irmã Cíntia Maia Braga, pelo apoio e motivação para que fosse possível seguir em frente e concluir essa jornada.

Ao meu esposo Rogério Cruz dos Santos, pela paciência e compreensão, sobretudo quanto à recorrente ausência do cotidiano familiar durante todo o período do mestrado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Robson Seleme, pelas exigências necessárias ao desenvolvimento da dissertação e especialmente pela confiança depositada em mim.

Ao meu orientador de docência, Prof. Dr. Fernando Deschamps, por aceitar o desafio de orientação e pela dedicação na construção do conhecimento.

À Rafaella Scaramella, pela dedicação e atenção prestadas a mim e a todos os colegas do mestrado.

Aos mestres Daniel Rodrigues, Tiago Kamiya, Majed Lacerda, Gustavo Pereira, Andreia de Castro, assim como todos os caros colegas do mestrado, com quem compartilhei todas as expectativas e angústias desse período.

A todos os meus amigos que com carinho e compreensão acompanharam meus passos e me motivaram a continuar sempre em frente.

Ao meu amigo Eng. José Leonardo Santana e ao magnífico Reitor da UFPR, Prof. Dr. Ricardo Marcelo Fonseca, por não pouparem esforços para possibilitar a minha participação no congresso latino americano, CLEIN, com a presente pesquisa.

Aos presidentes Lula e Dilma pelos investimentos em pesquisa e pelo fortalecimento das Universidades Federais do Brasil.

À UFPR pela estrutura de ensino e pesquisa e à CAPES pelo financiamento em bolsa de estudos durante um período de dois anos de realização desse mestrado, indispensáveis para possibilitar a dedicação necessária para o cumprimento das disciplinas e desenvolvimento dessa dissertação.

A todos os que não foram citados, por serem muitos, mas que são tão importantes quanto no decorrer dessa caminhada.

E finalmente a Deus, por colocar todas essas pessoas na minha vida e por conduzir minhas ações todos os dias para que eu pudesse concluir mais essa etapa da minha vida da melhor maneira possível.

"Nuestro sacrificio es consciente;
cuota para pagar la libertad que construimos."

~ Ernesto "Che" Guevara de la Serna, 1965.

RESUMO

O transporte costuma representar a maior parte do custo de uma operação logística, e o modal marítimo é o mais utilizado no comércio internacional. O transporte de carga containerizada é predominante nesse contexto e os terminais de contêineres vêm enfrentando cada vez mais concorrência e mais desafios para se manterem eficientes e competitivos. A presente pesquisa tem o objetivo de propor um modelo que permita avaliar a competitividade de terminais de contêineres e estabelecer comparação entre eles. Para isso, por meio de uma revisão da literatura, foram identificados 38 indicadores usuais de terminais de contêineres, seus graus de importância, justificativa, objetivo, elemento, fator e medida, e foi proposto o padrão de medição de cada indicador. Então se construiu a hierarquia geral da relevância desses indicadores e, por meio de uma análise *scree plot* da variância entre as relevâncias, priorizaram-se os indicadores para composição do modelo. Determinou-se a relevância de cada um dos 15 indicadores selecionados em relação aos demais prioritários, considerada como o fator de ponderação no modelo. O modelo que foi construído consiste em: determinar os limites inferior e superior para a normalização de cada indicador de acordo com o objetivo da aplicação da análise; normalizar os índices dos indicadores do terminal analisado em relação a esses limites, indicando quão eficiente o terminal analisado é em cada indicador; multiplicar cada índice normalizado pela relevância do respectivo indicador para o modelo; e finalmente somar todos os valores, resultando em um valor entre 0 e 1, que é o índice de competitividade do terminal em relação ao universo analisado. Foram construídos índices de terminais hipotéticos e realizadas 3 aplicações do modelo de avaliação e comparação proposto: uma avaliação de competitividade nacional de um terminal de contêiner, uma autoavaliação de um terminal em relação ao almejado no planejamento estratégico, e uma aplicação do modelo como ferramenta de *benchmarking* entre dois terminais. O modelo proposto na presente pesquisa tem grande potencial de aplicação prática como ferramenta de gestão para terminais de contêineres.

Palavras-chave: Terminal de Contêiner. Competitividade. Modelo. Indicador operacional.

ABSTRACT

Transport usually accounts for most of the cost of logistics operations, and the maritime modal is the most used transportation modal in international trade. Containerized cargo transportation is prevalent in this context and container terminals are increasingly facing competition and challenges to remain efficient and competitive. This research proposes a model that evaluates the competitiveness of container terminals and establishes a comparison between them. Through a literature review, 38 indicators commonly used for container terminals were identified, as well as their degree of importance, justification of use, objective, numerical factor and measurement. A measurement standard for each indicator was proposed, the general hierarchy of relevance of these indicators was constructed and, through a scree plot analysis of the variance between the relevance of the indicators, they were prioritized for the composition of the model. The relevance of each of the 15 selected indicators in relation to the others in the selected group was determined, which was considered as the weighting factor in the model. Thus, the proposed model consists of: determining the lower and upper limits for the normalization of each indicator according to the objective of the analysis; normalizing the indicators of the analyzed terminal in relation to the limits, indicating how efficient the analyzed terminal is in each indicator; multiplying each normalized index by the relevance of its indicator in the model; and finally summing all the values, resulting in a value between 0 and 1, which is the terminal's competitiveness index in relation to the analyzed universe. Hypothetical terminal indexes were utilized and three applications of the proposed evaluation and comparison model were made: a national competitiveness assessment of a container terminal, a self-assessment of a terminal in relation to the intended strategic planning, and an application of the model as a tool for benchmarking between two terminals. The model proposed in this research has great potential for practical application as a management tool for container terminals.

Key-words: Container Terminal. Competitiveness. Model. Operational indicator.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

TABELA 1 - RANKING DOS MAIORES TERMINAIS DE CONTÊINERES DO MUNDO	11
TABELA 2 - RANKING DOS MAIORES TERMINAIS DE CONTÊINERES DA AMÉRICA LATINA	12
TABELA 3 - EVOLUÇÃO DA MOVIMENTAÇÃO DE CONTÊINERES NOS PORTOS BRASILEIROS EM UNIDADES	14
FIGURA 1 - ESTRUTURA METODOLÓGICA DA PESQUISA	17
QUADRO 1 - HIERARQUIA DOS INDICADORES DE UM TERMINAL DE CONTÊINERES RELATIVA A CADA DIMENSÃO	44
FIGURA 2 - CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	45
FIGURA 3 - ETAPAS DE CONDUÇÃO DA PESQUISA	47
FIGURA 4 - PASSO A PASSO PARA APLICAÇÃO DO MODELO	52
QUADRO 2 - INDICADORES E SEUS RESPECTIVOS OBJETIVO, JUSTIFICATIVA, ELEMENTOR, FATOR, MEDIDA E EQUAÇÃO DE CÁLCULO	55
QUADRO 3 - RELEVÂNCIA GERAL DOS INDICADORES DE TERMINAL DE CONTÊINERES	63
GRÁFICO 1 - SELEÇÃO DOS INDICADORES PRIORITÁRIOS QUANTO À RELEVÂNCIA GERAL	64
QUADRO 4 - INDICADORES PRIORIZADOS, COM O SOMATÓRIO DAS RELEVÂNCIAS GERAIS	65
QUADRO 5 - RELEVÂNCIA DOS INDICADORES PRIORIZADOS PARA O MODELO	66
QUADRO 6 - TERMINAIS HIPOTÉTICOS CONSTRUÍDOS PARA A APLICAÇÃO DO MODELO	70
QUADRO 7 - AVALIAÇÃO DA COMPETITIVIDADE NACIONAL DO TERMINAL A	73
QUADRO 8 - AUTOAVALIAÇÃO DA COMPETITIVIDADE DO TERMINAL A EM RELAÇÃO AO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO	75
QUADRO 9 - <i>BENCHMARKING</i> DE COMPETITIVIDADE ENTRE OS TERMINAIS A E B	78

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVO GERAL	16
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.3	ESTRUTURA METODOLÓGICA	16
1.4	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	16
1.5	ESTRUTURA DA PESQUISA	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1	A LOGÍSTICA	20
2.2	O TRANSPORTE AQUAVIÁRIO	21
2.3	UTILIZAÇÃO DE CONTÊINERES	21
2.4	TERMINAIS DE CONTÊINERES	22
2.5	PORTO ORGANIZADO E TERMINAL DE USO PRIVADO (TUP)	25
2.6	COMPETITIVIDADE	26
2.7	INDICADORES DE TERMINAIS DE CONTÊINERES	26
2.7.1	Produtividade	28
2.7.2	Financeiro e custos	36
2.7.3	Equipamentos e Infraestrutura	37
2.7.4	Ocupação e armazenagem	40
2.7.5	Manutenção	42
2.7.6	Hierarquia de prioridade dos indicadores	43
3	METODOLOGIA	45
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	45
3.2	ETAPAS DA CONDUÇÃO DA PESQUISA	47
3.2.1	Definição do tema	48
3.2.2	Revisão da literatura	48
3.2.3	Organização dos indicadores	48
3.2.4	Levantamento das equações dos indicadores	48
3.2.5	Hierarquização geral dos indicadores	49
3.2.6	Seleção dos indicadores prioritários a serem considerados no modelo	49
3.2.7	Determinação da relevância dos indicadores para o modelo	50
3.2.8	Construção do modelo	50
3.2.9	Determinação dos dados a serem utilizados para aplicação do modelo	51

3.2.10	Aplicação do modelo e análise dos resultados.....	52
3.2.11	Conclusão.....	53
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
4.1	LEVANTAMENTO DAS EQUAÇÕES DOS INDICADORES	54
4.2	HIERARQUIZAÇÃO GERAL DOS INDICADORES.....	63
4.3	SELEÇÃO DOS INDICADORES PRIORITÁRIOS A SEREM CONSIDERADOS NO MODELO.....	64
4.4	DETERMINAÇÃO DA RELEVÂNCIA DOS INDICADORES PARA O MODELO	66
4.5	CONSTRUÇÃO DO MODELO	67
4.6	DETERMINAÇÃO DOS DADOS A SEREM UTILIZADOS PARA APLICAÇÃO DO MODELO	69
4.7	APLICAÇÃO DO MODELO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	71
4.7.1	Avaliação da competitividade nacional do terminal A.....	71
4.7.2	Autoavaliação da competitividade do Terminal A em relação ao planejamento estratégico.....	74
4.7.3	<i>Benchmarking</i> de competitividade entre os terminais A e B.....	76
5	CONCLUSÃO.....	79
	REFERÊNCIAS	82

1 INTRODUÇÃO

A containerização consiste em unitizar mercadorias de diferentes formas e tamanhos, transportando-as dentro de contêineres, podendo ser intercambiadas e convenientemente carregadas e transferidas entre diferentes modalidades de transporte (MOURA & BANZATTO, 2007).

O transporte de contêineres se desenvolveu a partir da Segunda Guerra Mundial e possui importantes vantagens em relação aos graneis convencionais, como utilização de menor quantidade de embalagem no produto, menor possibilidade de danos à carga, maior produtividade, segurança, rapidez e padronização (HSU, 2015), além de ajudar na confiabilidade de entrega dos produtos no local, prazo e condições estipulados (REICHERT e VACHAL, 2003) e ser mais limpo e barato em comparação aos demais modais (JIANG et al, 2015).

A introdução dos contêineres causou uma grande mudança no *layout* dos terminais dos portos, como adequação da área de armazenamento e a introdução de equipamentos específicos para a manipulação de contêineres. (PRESTON & KOZAM, 2001).

Além desta, também houve alteração no modo de armazenamento e transporte de mercadorias, (PRESTON & KOZAM, 2001; NOBRE, 2006); e teve como consequência a facilitação do manuseio de mercadorias reduzindo a quantidade de volumes manipulados; otimizando o uso de máquinas; diminuindo o tempo dos embarques e desembarques; e, portanto, acarretando redução dos custos (NOBRE, 2006). Também foi possível otimizar a capacidade de empilhamento de recipientes, o que aumentou a quantidade de carga que pode ser armazenada no porto exigindo uma área menor de solo. (PRESTON & KOZAM, 2001).

Tantas vantagens competitivas fizeram o transporte de carga geral em contêiner crescer, desempenhando hoje o papel mais importante na circulação de mercadorias no comércio internacional (SHAN, YU e LEE, 2014), (JIANG et al, 2015).

Neste panorama, os terminais de contêineres são os responsáveis por realizar a conexão entre os modais terrestre e marítimo, o que os torna o elemento central de qualquer sistema de transporte. (TOVAR, HERNÁNDEZ e RODRÍGUEZ-DÉNIZ, 2015).

Com a intenção de padronizar uma unidade de medida mais precisa para o desempenho de terminais de contêineres, implementou-se como base o TEU (do inglês, *Twenty-foot Equivalent Units*) (WORLD SHIPPING, 2018), que representa um contêiner de 8 pés de largura, 8 pés de altura e 20 pés de comprimento, o equivalente a aproximadamente 2,4 metros de largura por 2,4 metros de altura e 6,1 metros de comprimento, de modo que um contêiner padrão com oito pés de largura e 40 pés de comprimento, por exemplo, equivale a dois TEUs (BALLOU, 2010).

Os 50 principais terminais de contêineres do mundo em 2016 representavam mais de 25 países, demonstrando a natureza verdadeiramente global do negócio de transporte marítimo e a importância da rede de portos que oportuniza eficientes movimentos de cargas e navios cargueiros. (WORLD SHIPPING, 2018). A Tabela 1 apresenta os dez maiores portos do mundo em movimentação de contêiner, seguidos pelo maior da Europa, da América, e do Brasil.

TABELA 1 - RANKING DOS MAIORES TERMINAIS DE CONTÊINERES DO MUNDO

Ranking	Porto	País	2013	2014	2015	2016	2017
1	Shanghai	China	33.62	35.30	36.54	37.13	40.23
2	Singapore	Singapura	32.24	33.87	30.92	30.90	33,67
3	Shenzhen	China	23.28	24.04	24.20	23.98	25.21
4	Nigbo-Zhoushan	China	16.77	19.43	20.62	21.56	24.61
5	Hong Kong	China	22.37	22.28	20.07	19.81	20.77
6	Busan	Coréia do Sul	17.69	18.68	19.47	19.85	20.49
7	Guangzhou Harbor	China	15.31	16.63	17.63	18.86	18.86
8	Qingdao	China	15.52	16.62	17.51	18.01	18.26
9	Dubai	Emirados Árabes	13.64	15.25	15.59	14.77	15.37
10	Tianjin	China	13.01	14.05	14.09	14.49	15.04
11	Rotterdam	Holanda	11.62	12.30	12.24	12.39	13.73
17	Los Angeles	EUA	7.87	8.34	8.16	8.86	9.34
42	Santos	Brasil	3.45	3.69	3.65	3.39	3.85

Movimentação em Milhões de TEUs

Fonte: adaptado de IAPH, 2018.

Como o maior exportador de mercadorias transportadas em contêineres, o Porto de Xangai, China, ocupa o primeiro lugar nos mais importantes portos de contêineres globais. Além disso, o Porto de Singapura ainda é o número dois, principalmente porque é um importante centro de transbordo para o transporte seguir para o destino final. (WORLD SHIPPING, 2018).

Pode ser percebido na Tabela 1 que a maioria dos 10 principais terminais de contêineres no mundo são localizados na China, sendo totalmente representados por apenas 4 países, todos asiáticos. O maior terminal em movimentação de TEUs da Europa é o de Rotterdam, na Holanda, classificado na 11ª posição do *ranking*, o maior das Américas é o de Los Angeles, EUA, que vem na 17ª colocação, e o maior brasileiro e latinoamericano é o porto de Santos, que aparece na 42ª posição.

No início da década de 1990 se iniciou na América Latina o processo de descentralização, com a intenção de alcançar a "competitividade nacional". Nesse contexto, as políticas portuárias assumiram uma grande importância, pois para alcançar a capacidade de competir no mercado internacional se deve desenvolver, não só a capacidade produtiva e exportadora, mas a vantagem comparativa dos seus serviços portuários em relação aos outros portos do mundo. (TRUJILLO, 2013).

O sistema que se estabeleceu então na América Latina foi o chamado *Landlord Port*, onde a propriedade do porto seria do Estado, tendo este o poder de entregar a terceiros sua administração ou exploração sob a figura de permissões de operação e concessões, sempre sob regulamentação estatal. Para tanto, a concessionária que assumisse a infraestrutura investida e mantida pelo governo teria o compromisso de investir em equipamentos, máquinas e superestrutura, para tornar o serviço do porto internacionalmente competitivo. (TRUJILLO, 2013).

Os oito maiores portos latinoamericanos em movimentação de TEUs, apresentados na Tabela 2, são representados por 7 países diferentes, e o maior porto da América Latina é o Porto de Colon, no Panamá, seguido pelos portos de Santos e de Balboa, localizados no Brasil e no Panamá respectivamente.

TABELA 2 - RANKING DOS MAIORES TERMINAIS DE CONTÊINERES DA AMÉRICA LATINA

<i>Ranking</i>	Porto	País	2013	2014	2015	2016	2017
1	Colon	Panamá	3.36	3.29	3.58	3.26	3.89
2	Santos	Brasil	3.45	3.69	3.65	3.39	3.85
3	Balboa	Panamá	3.06	3.24	3.08	2.83	2.91
4	Manzanillo	México	2.12	2.37	2.54	2.58	2.83
5	Cartagena	Colômbia	2.01	2.39	2.61	2.43	2.66
6	Callao	Peru	1.86	1.99	1.90	2.05	2.25
7	Guayaquil	Equador	1.52	1.62	1.77	1.81	1.87
8	Kingston	Jamaica	1.70	1.64	1.65	1.57	1.68

Movimentação em Milhões de TEUs

Fonte: adaptado de IAPH, 2018

Com aproximadamente 8,5 mil quilômetros de costa navegável (MINISTÉRIO BRASILEIRO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL, 2017), o transporte marítimo de carga containerizada no Brasil também cresce a cada ano, movimentando mais de 10,09 milhões de TEUs em 2018, um aumento de quase 8% em relação ao ano anterior (9,36 milhões) e de mais de 12% nos últimos cinco anos (8,99 milhões em 2013). Só na primeira metade de 2019 já foram movimentados mais de 4,88 milhões de TEUs pelos portos brasileiros, o que representa 2% a mais do que o mesmo período do ano anterior. (ANTAQ, 2019).

O Brasil, que em 1993 também adotou o modelo de *landlord port* com a Lei nº 8.630 (BRASIL, 1993), hoje segue a Lei Federal nº 12.815, de 5 de junho de 2013, que dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários (BRASIL, 2013).

Esta lei define Porto Organizado como sendo um bem público, construído e equipado para suprir necessidades de navegação, movimentação de passageiros ou materiais e armazenagem, cujo tráfego e operações portuárias estejam sob jurisdição de autoridade portuária. Também define Terminais de Uso Privado (TUPs) como sendo instalações portuárias localizadas fora da área do Porto Organizado e exploradas mediante autorização (BRASIL, 2013).

Em se tratando de mercadorias containerizadas, foram movimentadas um total de 113,3 milhões de toneladas pelos portos brasileiros em 2018, sendo 81,43 milhões (71,9%) por Portos Organizados e 31,89 milhões (28,1%) por TUPs (ANTAQ, 2019).

Dos quase 10,1 milhões de TEUs movimentados em 2018, aproximadamente 7,19 milhões (71,2%) foram realizadas por Portos Organizados, e os outros 2,91 milhões (28,8%) pelos TUPs. Para os Portos Organizados isso representa um aumento de quase 10,5% em TEUs movimentados em relação ao ano anterior, e para os TUPs, o aumento foi de pouco mais de 1,8%. (ANTAQ, 2019).

A Tabela 3 apresenta a evolução das movimentações de unidades de contêineres, entre 2013 e 2018, dos 14 principais portos do Brasil. Estes dados referem-se à quantidade de contêineres movimentados, e não quantidade de TEUs movimentados, uma vez que os contêiner podem ser de volumes variados, não sendo todos de 1 TEU.

TABELA 3 - EVOLUÇÃO DA MOVIMENTAÇÃO DE CONTÊINERES NOS PORTOS BRASILEIROS EM UNIDADES

Ranking	Porto	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Santos	2.177.307	2.374.426	2.453.881	2.358.220	2.495.397	2.594.811
2	Itajaí	670.988	657.404	577.612	636.061	576.539	643.017
3	Paranaguá	452.872	462.405	471.573	436.781	428.974	461.468
4	Rio Grande	400.677	417.817	443.607	431.689	447.379	448.975
5	São Francisco do Sul	333.15	375.534	338.352	322.608	338.535	360.087
6	Manaus	325.662	383.125	317.336	246.804	296.541	336.864
7	Suape	269.405	274.409	256.506	254.483	288.095	275.020
8	Itaguaí	257.045	172.736	151.822	140.024	168.782	247.077
9	Rio de Janeiro	349.201	297.865	240.172	210.789	385.916	229.009
10	Salvador	186.415	185.533	187.446	197.385	190.637	203.978
11	Vitória	208.254	184.502	178.781	149.129	154.083	162.015
12	Pecém	93.485	119.395	109.058	105.488	127.540	156.714
13	Vila do Conde	24.155	38.117	44.916	63.830	77.823	80.861
14	Fortaleza	54.802	66.037	55.271	51.588	52.534	63.261

Movimentação em unidades de contêineres

Fonte: adaptado de ABRATEC, 2019.

NOTA 1: A movimentação de Navegantes está incluída no porto de Itajaí.

NOTA 2: A movimentação de Itapoá está incluída no porto de São Francisco do Sul.

Foi registrado crescimento da movimentação de contêineres nos terminais brasileiros e isso se deve, em grande parte, à melhoria da eficiência operacional destes, que realizaram investimentos que somaram 2,8 bilhões de dólares americanos em obras civis, modernização dos equipamentos e especialização da mão de obra (ABRATEC, 2019).

Nos últimos anos, engenheiros e arquitetos navais apresentaram ao mundo os maiores e mais potentes navios já construídos (SOARES, 2017). Com o aumento constante do tamanho dos navios de contêineres, alguns desafios devem ser enfrentados para que o porto se mantenha competitivo, como a necessidade do aumento da velocidade dos equipamentos de carga e descarga e da profundidade do canal de acesso e berço de atracação (KIM, 2005). Estes fatos evidenciam a necessidade de melhora no desempenho das atividades dos terminais de contêineres (RODRIGUES, 2016).

O grau de competitividade de um porto está diretamente relacionado às decisões tomadas pelos exportadores no momento de seleção do porto, sendo que os portos que fornecem serviços mais confiáveis, eficientes e econômicos demonstram ser, de maneira geral, os mais atrativos. (JIANG et al, 2015), (TALLEY e NG, 2013).

O mesmo é aplicável aos terminais de contêineres.

Os indicadores operacionais do setor portuário permitem, não só qualificar os serviços em cada porto, mas também fazer *benchmarking* a fim de monitorar a evolução do processo e fazer comparações evolutivas de desempenho com outros terminais. (CARDOSO JUNIOR, 2008).

A melhoria das operações dos terminais de contêineres é a maneira mais eficaz de se obter avanços no desempenho dos sistemas de transporte deste setor, uma vez que, na prática, a parte operacional é a mais complexa dos sistemas de transporte de contêineres. (HSU, 2013).

Há 38 indicadores operacionais usuais de terminal de contêiner que, de acordo com sua especificidade, podem ser classificadas em cinco dimensões, com grau decrescente de prioridade, sendo elas respectivamente: Produtividade, Financeiro e Custos, Equipamentos e Infraestrutura, Ocupação e Armazenagem, e Manutenção; e há também uma hierarquia de importância dos indicadores dentro de cada dimensão (RODRIGUES, 2016), ainda que não haja na literatura uma forma padronizada para a obtenção de todos desses indicadores.

Contudo, como medir e comparar o grau de competitividade de terminais de contêineres ponderando a importância de cada indicador?

Com base no contexto apresentado, a presente pesquisa busca determinar um modelo de avaliação de competitividade de terminais de contêineres.

A medição do desempenho portuário é uma ferramenta essencial para administradores, gestores, autoridades, operadores e planejadores portuários de todas as organizações que, de terra ou mar, necessitam dos serviços de um porto (VERHOEVEN, 2010; DE LANGEN e SHARYPOVA, 2013).

A pesquisa contribui de forma científica ao propor uma forma de medição para cada um dos indicadores operacionais e gerar um modelo que permita dimensionar e comparar o grau de competitividade de terminais de contêineres. Além disso, os modelos de estratégias competitivas genéricos encontrados na literatura são conceituais e não quantitativos.

A relevância desta pesquisa, que contempla diversas subáreas da Engenharia de Produção, se evidencia por trazer ferramentas úteis ao setor operacional do sistema de transporte de contêineres, a fim de facilitar a melhoria do desempenho do setor, quando há poucas pesquisas referentes à área no Brasil.

1.1 OBJETIVO GERAL

Propor um modelo que permita dimensionar e comparar a competitividade de terminais de contêineres.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Além do objetivo geral, serão desenvolvidos os seguintes objetivos específicos:

- Estabelecer um panorama dos terminais de contêineres do mundo e características de operação;
- Identificar os indicadores dos terminais de contêineres, relacionando-os por grau de importância;
- Propor o padrão de medição de cada indicador operacional;
- Identificar os indicadores prioritários para a avaliação de competitividade;
- Determinar o impacto de cada indicador prioritário na competitividade do terminal de contêineres;
- Ilustrar a aplicação do modelo proposto em três exemplos.

1.3 ESTRUTURA METODOLÓGICA

A fim de responder à pergunta de pesquisa e atender os objetivos geral e específicos propostos algumas etapas deverão ser cumpridas. A Figura 1 apresenta a estrutura metodológica da presente pesquisa.

A estrutura metodológica é apresentada para ilustrar de maneira simples o planejamento para conduzir a pesquisa a fim de alcançar os objetivos propostos e responder à pergunta de pesquisa.

No topo da ilustração está a pergunta de pesquisa, na primeira coluna estão os objetivos específicos propostos, na segunda coluna estão organizadas as ações que serão tomadas para atingir esses objetivos, enquanto na terceira coluna estão os resultados esperados de cada uma dessas atividades. Tudo isso é realizado com o intuito de se alcançar o objetivo geral da presente pesquisa, ilustrado ao final do diagrama, que por sua vez servirá para responder à pergunta de pesquisa.

FIGURA 1 – ESTRUTURA METODOLÓGICA DA PESQUISA



1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A determinação dos dados para ilustrar a aplicação do modelo proposto se dará através da compilação de valores obtidos junto a especialistas na área, colaboradores do nível gerencial de terminais de contêineres e pesquisadores da área de logística e terminais de contêineres.

Uma vez que alguns dados são considerados estratégicos e por isso não podem ser fornecidos pelos terminais de contêineres para divulgação na presente pesquisa, os cenários utilizados para as aplicações do modelo proposto serão construídos com a maior quantidade possível de valores reais e completados com estimativas realistas dos valores não divulgados. Tais dados serão estimados junto a esses especialistas.

Uma vez que a principal contribuição científica da presente pesquisa é o modelo proposto, essa estimativa de dados não compromete o resultado final do trabalho, pois será usada apenas para ilustração da aplicação do modelo para diferentes fins, e não para a criação do mesmo.

Para manter o sigilo dos dados dos terminais que colaboraram com a pesquisa, não serão divulgados os nomes dos terminais e nem quais são os dados reais e quais são os estimados.

1.5 ESTRUTURA DA PESQUISA

A presente pesquisa está estruturada inicialmente pela introdução, que traz o contexto em que se realiza a pesquisa, tal como uma visão geral dos terminais de contêineres no Brasil e no mundo, além da pergunta de pesquisa, e de esclarecer os objetivos geral, específicos, e a justificativa e relevância da mesma.

O capítulo 2 contempla uma ampla revisão referente aos transportes aquaviários, terminais de contêineres, competitividade, indicadores de desempenho, e o seu *ranking* de importância, possibilitando assim um maior entendimento a respeito da problemática da pesquisa.

Em seguida, o capítulo 3 descreve os métodos e ferramentas utilizados para a realização da pesquisa, desde a concepção do tema a ser abordado até o atingimento dos objetivos propostos, detalhando as ações de cada etapa.

O capítulo 4, por sua vez, apresenta os resultados obtidos, organizados de acordo com cada etapa da condução da pesquisa, especialmente o passo a passo da construção do modelo e três exemplos de aplicação do mesmo para finalidades distintas.

Finalmente, o capítulo 5 encerra a presente pesquisa com uma organização dos objetivos alcançados, as conclusões da pesquisadora, e sugestões para aprofundamentos e trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são apresentados os assuntos correlatos ao problema de pesquisa, organizando a visão de diversos autores a fim de construir o conhecimento referente ao contexto em que o tema está inserido, às dimensões dos indicadores operacionais dos terminais de contêineres e às informações pertinentes para a determinação da equação de obtenção do índice de cada um.

Primeiramente é apresentada uma breve contextualização das operações logísticas e do transporte aquaviário; em seguida são abordados aspectos específicos da utilização de contêineres e dos terminais especializados, os portos organizados e os TUPs, seguindo com a competitividade, os indicadores operacionais e suas características, e finalizando com a hierarquia da importância desses indicadores dentro das respectivas dimensões.

2.1 A LOGÍSTICA

A logística consiste no gerenciamento estratégico de aquisição, movimentação e armazenagem de materiais a fim de maximizar lucros por meio da redução de custos (CHRISTOPHER, 2007).

O seu objetivo é disponibilizar produtos e serviços no local onde são necessários e no momento desejado, buscando alcançar o melhor nível de serviço ao cliente pelo menor custo total possível (BOWERSOX e CLOSS, 2010).

Os fatores geográficos são alguns dos aspectos importantes que afetam a competitividade internacional. A distância geográfica que separa um país de seus principais parceiros comerciais, o acesso ao mar e os custos de transporte são os fatores habitualmente considerados (ZARZOSO e HOFFMANN, 2007).

O transporte geralmente é o elemento de maior importância em termos de custos logísticos para a maioria das empresas, pois a movimentação de carga pode absorver de um a dois terços do total de custos logísticos (BALLOU, 2010).

Atualmente o transporte intercontinental é realizado, em grande parte, através de linhas regulares de transporte marítimo. O acesso a esses serviços é, portanto, um aspecto crucial que afeta diretamente a competitividade e na geografia do comércio (ZARZOSO e HOFFMANN, 2007).

2.2 O TRANSPORTE AQUAVIÁRIO

Os meios de transporte mais antigos são as vias marítimas e fluviais. No início do século 19 os veleiros originais foram substituídos por barcos a vapor, e pelo motor a diesel no início da década de 1920, sendo que, a capacidade de movimentar grandes volumes de carga é a principal vantagem do transporte aquaviário (BOWERSOX e CLOSS, 2010).

No comércio internacional, o transporte aquaviário é o principal meio utilizado para a movimentação de diversos tipos de produtos, sendo estes altamente valorizados. O transporte por este modal é o mais barato para o comércio internacional em se tratando de quantidades embarcadas e distâncias percorridas. Por outro lado, o gerenciamento de contêineres assim como atrasos nos portos e alfândegas são as principais preocupações nos embarques internacionais de mercadorias com alto valor agregado (CHOPRA e MEINDL, 2003).

O transporte marítimo de longo curso tem sido, é, e provavelmente seguirá sendo o principal modal utilizado no comércio internacional de mercadorias. A chamada 'revolução do contêiner' veio corroborar com essa tendência ao transformar e aprimorar de forma radical a movimentação de cargas gerais (NOBRE, 2006). Estima-se que a movimentação de cargas em contêineres atinja o índice de 90% do total de mercadorias transportadas no mundo (OCCHI, ALMEIDA, e ROMANI, 2015).

2.3 UTILIZAÇÃO DE CONTÊINERES

A containerização consiste em transportar mercadorias que podem ser de diferentes formas e tamanhos dentro de contêineres, o que nos permite trabalhar com cargas unitizadas que podem ser intercambiadas, carregadas e transferidas entre diferentes modalidades de transporte (MOURA & BANZATTO, 2007).

A primeira movimentação de carga em contêiner ocorreu em 1956, quando Malcom McClean transportou trailers de carga rebocados por um navio tanque da Segunda Guerra Mundial, o que veio a reduzir o tempo de manobra no terminal, os roubos nos portos e, conseqüentemente, os custos dos seguros (BALLOU, 2010).

Além dessas, a utilização de contêineres possui outras importantes vantagens em relação aos granéis convencionais, como a redução de utilização de

embalagem no produto, minimização da possibilidade de danos à carga, aumento de produtividade, segurança, rapidez e padronização (HSU, 2015), ajudando ainda na confiabilidade de entrega dos produtos no local, respeitando os prazos e as condições estipulados (REICHERT e VACHAL, 2003) e ainda com o diferencial de ser mais limpo e barato em comparação aos demais modais (JIANG et al, 2015).

Produtos em geral, principalmente os de alto valor agregado, podem ser transportados em contêineres e em navios porta-contêineres a fim de reduzir o manuseio, minimizar perdas e danos, além de facilitar o transbordo intermodal (RODRIGUES, 2016). Tal facilidade se justifica devido ao fato de que o contêiner padrão seja transferível a todos os demais modais de transporte de superfície, com excessão do dutoviário (BALLOU, 2010).

Um porto geralmente serve como uma interface e armazenamento temporário de contêineres entre o oceano e a terra. Desta forma, as principais funções são receber contêineres de saída de clientes para embarque em navios e descarregar contêineres de entrada de embarcações para coleta por consignatários (RASHID e TSANG, 2013).

O remanejo de pequenas cargas entre modais se mostra muito oneroso, por outro lado, o frete containerizado oferece uma capacidade de serviço porta a porta, quando combinado com caminhão, por um menor custo de transbordo. Tendo isso em vista, os transportadores usam navios porta-contêineres, pois estes lhes dão condições de proporcionar as melhores combinações de serviço navio-caminhão ou navio-trem (BALLOU, 2010).

Os terminais de contêineres são os responsáveis por realizar a conexão entre os modais terrestre e marítimo, o que os torna o elemento central de qualquer sistema de transporte (TOVAR, HERNÁNDEZ e RODRÍGUEZ-DÉNIZ, 2015).

2.4 TERMINAIS DE CONTÊINERES

Com o aumento constante do transporte marítimo por contêiner, a quantidade de terminais de contêineres demonstra um aumento considerável, assim como a competição entre eles. (KIM, 2005).

Os portos desempenham um papel importante nos negócios internacionais, nos quais os navios chegam para carregar e/ou descarregar suas mercadorias (RASHID e TSANG, 2013). No caso de navios com cargas containerizadas, essas

operações são feitas nos chamados terminais de contêineres.

As principais funções dos citados terminais são entregar contêineres a consignatários e receber contêineres de carregadores, carregar e descarregar contêineres de embarcações e armazená-los temporariamente para ter em conta a eficiência do equipamento ou a diferença nos horários de chegada dos transportadores marítimos e terrestres (ZHANG et al, 2002; CHRISTIANSEN, FAGERHOLT e RONEN, 2004).

As operações de movimentação em terminais de contêineres incluem três tipos: a entrega e o recebimento de contêineres em caminhões e/ou trens, a movimentação e a armazenagem de contêineres no pátio, e as operações em navios (KIM, 2005), representando assim um sistema aberto com duas interfaces externas (RODRIGUES, 2016).

É comum que os terminais de contêineres sejam caracterizados pelas suas instalações e equipamentos (STEENKEN, VOB e STAHLBOCK, 2004). Tais estruturas incluem tamanho do pátio, operadores humanos, locais de atracação de navios (berços), guindantes de cais (portêineres), guindastes de pátio (transtêineres), portões de entrada de veículos (*gates*), assim como outros equipamentos de movimentação (KIM, 2005).

O pátio de armazenamento de um terminal de contêineres serve como um buffer temporário para contêineres de entrada e saída. Os de entrada são trazidos para o porto pelos navios para importação em terra, enquanto os de saída são trazidos por caminhões e carregados em embarcações para exportação. Um pátio de grande escala pode compreender várias áreas chamadas zonas. Em cada zona, os contêineres são empilhados lado a lado e em cima uns dos outros para formar uma forma retangular, que é chamada de bloco (ZHANG et al., 2002).

Há evidências de que o pátio desempenha um papel importante na produtividade global do terminal (GEBRAEEL e LAWLEY, 2001). De fato, a eficiência e a qualidade da gestão nas operações de pátio de contêineres afetam todas as decisões do terminal, relacionadas à alocação de equipamentos de manuseio disponíveis e ao agendamento de todas as atividades. Um desafio é determinar a melhor localização na área de armazenamento onde ficarão as zonas de contêineres de entrada e saída (RASHID e TSANG, 2013).

Considerando a chegada do navio ao porto como o momento inicial do fluxo, inicia-se o processo com as atividades de auxílio à navegação, controle sanitário,

praticagem e reboque, a fim de garantir as condições necessárias para uma atracação segura do navio no berço do terminal. Além destes há outros serviços de apoio, como vigilância portuária, inspeção aduaneira e até mesmo controle de imigração. (RODRIGUES, 2016).

A sequência de operações de recebimento se dá da seguinte forma (RODRIGUES, 2016):

1. inicia-se com a atividade de despeção (destravamento) de contêineres a bordo do navio;
2. em seguida é feito o manuseio da carga, que neste caso é a operação de descarregamento do navio. Essa atividade é realizada utilizando portêineres, transtêineres, caminhões e quaisquer outros equipamentos necessários disponíveis;
3. então esta carga é despachada via caminhão ou trem ou transportada para o pátio através de transtêineres;
4. neste último caso o processo pode seguir com as atividades do armazém, que podem ser: transporte interno, entrega e recebimento, ova (preenchimento) ou desova (retirada de mercadorias) do contêiner, pesagem, monitoramento, entre outras; terminando também na expedição da carga.

Para contêineres a serem exportados, o procedimento é semelhante, contudo, com o fluxo inverso, onde o terminal recebe o contêiner via rodovia ou ferrovia, em seguida podem ser necessárias atividades do armazém ou não, e então aloca-se o contêiner no pátio até o momento do manuseio da carga para carregamento do navio, apeação (travamento) dos contêineres a bordo e expedição marítima. (RODRIGUES, 2016). O autor ainda ressalta que cada terminal portuário realiza operações específicas e condizentes com a sua realidade.

O Brasil, que a partir de 1993 seguiu a tendência do restante da América Latina, e com a promulgação da Lei Federal nº 8.630 passou a adotar o sistema *Landlord Port*, o qual abriu espaço para a participação privada nos terminais brasileiros (BRASIL, 1993), hoje segue a Lei Federal nº 12.815, de 5 de junho de 2013, que dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários. Estas leis trazem definições importantes, como Porto Organizado e Terminal de Uso Privado (BRASIL, 2013).

2.5 PORTO ORGANIZADO E TERMINAL DE USO PRIVADO (TUP)

A Lei dos Portos nº 12.815/2013 descreve Porto Organizado como bem público, construído e equipado para suprir necessidades de navegação, movimentação de passageiros ou materiais e armazenagem, cujo tráfego e operações portuárias estejam sob jurisdição de autoridade portuária (BRASIL, 2013).

A Área do Porto Organizado, por sua vez, consiste na área compreendida pelas instalações portuárias, tais como ancoradouros, docas, cais, pontes e píeres de atracação e acostagem, terrenos, armazéns, edificações e vias de circulação interna, e também pela infraestrutura de proteção e acesso aquaviário ao porto, como guias-correntes, quebra-mares, eclusas, canais, bacias de evolução e áreas de fundeio que devam ser mantidas pela Administração do Porto (PORTOS DO BRASIL, 2015).

A Lei nº 12.815/2013 define Instalações Portuárias de forma mais genérica, como aquelas utilizadas para movimentação de passageiros e movimentação ou armazenagem de mercadorias provenientes ou destinadas ao transporte marítimo (BRASIL, 2013).

Uma vez que no início da década de 1990 estabeleceu-se na América Latina, inclusive no Brasil, o sistema *Landlord Port*, onde a propriedade do porto seria do Estado, tendo este o poder de entregar a terceiros sua administração ou exploração sob a figura de permissões de operação e concessões, sempre sob regulamentação estatal (TRUJILLO, 2013), abriu-se então oportunidade para a iniciativa privada implantar e explorar instalações portuárias dentro e fora das Áreas do Porto Organizado (DE BRITTO et. al, 2015).

No Brasil, a exploração privada do Porto Organizado e das suas instalações ocorrem mediante concessão (cessão onerosa do porto organizado, visando a administração e exploração do mesmo por tempo determinado) e arrendamento (cessão onerosa de área e infraestrutura pública localizadas dentro do porto organizado, visando a exploração por tempo determinado) da área pública. (BRASIL, 2013).

Já a exploração privada de áreas localizadas fora da área do porto organizado ocorre por meio de autorização (outorga do direito de exploração da instalação portuária localizada fora da área de porto organizado formalizada

mediante contrato de adesão). Os Terminais de Uso Privado (TUPs), por sua vez, são essas instalações portuárias localizadas fora da área do Porto Organizado e exploradas pela iniciativa privada mediante autorização. (BRASIL, 2013).

A mesma lei ressalta que em todos os casos supracitados as cessões e outorgas são feitas a pessoas jurídicas que demonstrem capacidade de cumprimento das suas obrigações e que assumam integralmente os riscos econômicos iminentes da atividade.

O grau de competitividade de um porto está diretamente relacionado aos critérios de tomadas de decisão por parte dos transportadores no momento de seleção do porto, sendo que os mais atrativos são, em geral, os portos com melhores indicadores de confiabilidade e de eficiência nos serviços oferecidos, além de diferencial econômico (JIANG et al, 2015; TALLEY e NG, 2013).

2.6 COMPETITIVIDADE

Uma organização é competitiva quando apresenta vantagens em relação às suas concorrentes e quando é considerada melhor do que as outras na opinião dos seus consumidores alvo (ZILBER e FISCHMANN, 2002).

Devido às aceleradas mudanças econômicas e sociais que caracterizam o século XXI e a uma série de contribuições teóricas e conceituais tanto do campo da Administração Estratégica quanto da Teoria das Organizações, dois temas fundamentais que estruturam a evolução do pensamento recente sobre estratégia empresarial têm convergido progressivamente: a vantagem competitiva e a mudança organizacional e estratégica (VASCONCELOS e CYRINO, 2000).

Vantagem competitiva pode ser definida como uma medida relativa que indica a posição de uma empresa em relação aos seus concorrentes (REA e KERZNER, 1997), ou como a capacidade ou circunstância que faça com que uma empresa exerça uma vantagem relativa em relação às outras (ROBBINS, 2000).

Além dessas vantagens competitivas, as organizações podem também dispor de vantagens comparativas, que se referem às condições naturais do agente ou do local em que ele se encontra (RICARDO, 1982), como por exemplo a vantagem de um terminal relacionada à localização geográfica do mesmo.

Vantagens competitivas podem ser acrescentadas às vantagens comparativas, o que torna o agente em questão altamente competitivo, seja ele uma

pessoa, empresa ou região (ZILBER e FISCHMANN, 2002).

Quando desafios surgem no processo natural de uma empresa buscar a diferenciação e a competição, ela deve se adaptar, preferencialmente de forma diferenciada de seus concorrentes, de forma a conquistar vantagens competitivas sustentáveis (DE CONTO, ANTUNES JÚNIOR e VACCARO, 2016).

Como indicador do nível de competitividade das organizações, diversos aspectos são comumente considerados, como produtividade, parcela de mercado, qualidade, entre outros, sendo que os indicadores econômicos e, em especial os associados ao lucro, são os mais frequentemente citados na literatura (ZILBER e FISCHMANN, 2002).

Há décadas fala-se muito de estratégias competitivas, onde estudiosos do pensamento econômico levantam diferentes abordagens para se discutir essa questão da vantagem competitiva, dando origem às diferentes teorias de estratégia empresarial (MORAES, 2003). Porém os modelos geralmente encontrados são conceituais e não quantitativos.

O aumento da pressão competitiva estimula a valorização dos aspectos naturalmente fortes das empresas, assim como a constante busca por melhoria das suas fraquezas (RECH, 2006), o que demonstra a importância da utilização de indicadores para que se identifique tais pontos fortes e fracos e para que se acompanhe o processo de manutenção ou melhoria dos mesmos.

Para tanto a presente pesquisa traz a proposta de construção de um modelo quantitativo para avaliação do nível de competitividade de terminais de contêineres, sendo este modelo baseado na eficiência de indicadores operacionais.

2.7 INDICADORES DE TERMINAIS DE CONTÊINERES

De forma geral, indicadores são índices utilizados para verificar se um processo a fim de determinar se o mesmo apresenta parâmetros aceitáveis. Tais índices podem ser de diversas formas e complexidades, e são cruciais na gestão estratégica e operacional de uma organização (MARTINS e LAUGENI, 2005). Além disso, são também medidas que auxiliam na avaliação de atributos particulares, fornecendo a base para a tomada de decisão (NIEDRITIS, NIEDRITE e KOZMINA, 2011).

Indicadores de desempenho servem para mensurar e quantificar metas, para

articular a estratégia da empresa, para comunicar esta estratégia e para ajudar a alinhar iniciativas individuais, organizacionais e interdepartamentais, com a finalidade de alcançar um objetivo comum (KAPLAN e NORTON, 1997).

A existência de métricas encorajam gestores e funcionários a tomarem as decisões e ações que eles acreditam serem as melhores para alcançar as metas. Quando essas métricas são escolhidas com cuidado, as decisões tomadas tendem a ser acertivas e possibilitar uma maximização do seu lucro a longo prazo (HAUSER e KATZ, 1998).

O modal marítimo é um dos meios mais eficientes de transporte de longa distância, e os portos são as portas de entrada para o acesso de parceiros comerciais globais. Assim, o desenvolvimento dos terminais de contêineres é um fator essencial para todo país que deseje alcançar o sucesso no comércio internacional. (UNCTAD, 2015).

Muitos indicadores parecem corretos e simples de medir, mas podem vir a ser contraproducentes, enquanto outros podem apresentar uma complexa forma de determinação. O ponto crítico para o sucesso é a acertividade das decisões e ações tomadas após a análise dos resultados dos indicadores utilizados (HAUSER e KATZ, 1998). No entanto, atualmente não existem indicadores únicos e padronizados para medir o grau de especialização e eficiência das atividades portuárias realizadas. Isto se deve à grande variedade de indicadores utilizados, os quais cada um os utiliza com diferentes vieses e dessa forma os medem de diferentes maneiras, de acordo com a conveniência e o interesse de cada terminal. (TAPIA et al., 2014).

São 38 indicadores operacionais de terminais de contêineres os mais usuais, que, de acordo com sua especificidade, podem ser classificadas em cinco dimensões, com grau decrescente de prioridade, sendo elas respectivamente: Produtividade, Financeiro e Custos, Equipamentos e Infraestrutura, Ocupação e Armazenagem, e Manutenção. Há também uma hierarquia de importância dos indicadores dentro de cada dimensão. São esses indicadores: (RODRIGUES, 2016).

2.7.1 Produtividade

1. Tempo médio de espera do navio;

Berços são recursos essenciais no terminal de contêineres, e em cada berço só pode ser ancorado um navio de cada vez. Portanto, com um

alto tráfego de embarcações, é importante estudar qual é a quantidade ótima de berços de atracação para os navios, a fim de evitar o atraso indevido de uma embarcação no terminal. (RASHID e TSANG, 2013).

O indicador do tempo médio de espera do navio está relacionado à disponibilidade de um berço na chegada ao porto e congestionamento do porto (YEO, ROE e DINWOODIE, 2011), e sua importância se justifica pelo fato de que o conhecimento desse indicador possibilita tomar ações para cumprir a janela de atracação e reduzir custos de espera para atracação com o ativo parado (RODRIGUES, 2016).

O tempo de operação consiste no intervalo de tempo durante o qual um item está em estado de operação (ABNT, 1994). Se generalizarmos para “o tempo de realizar certa atividade consiste no intervalo de tempo durante o qual a atividade está sendo realizada”, veremos que o tempo de espera do navio consiste no tempo compreendido entre o momento que se começa a esperar (chegada do navio ao porto) e o momento que se deixa de esperar (momento de recebimento da permissão da atracação).

O cálculo de uma tendência central é importante pois condensa uma série de dados em um único número. Certamente a mais utilizada com esse objetivo é a média, que consiste na soma de uma série de dados dividida pela quantidade de dados somados. (SAMOHYL, 2009).

2. Tempo médio que o navio ficou atracado;

Geralmente, cada navio tem uma janela de tempo e qualquer atraso pode levar a custos crescentes para o porto. Cada terminal, por sua vez, tem um número limitado de berços, portanto, a alocação eficiente de berços para embarcações e equipamentos de carga e descarga é essencial para garantir a janela de tempo de um navio, minimizar o tempo de espera e maximizar a utilização do porto (RASHID e TSANG, 2013).

O tempo de atracação não pode ser maior do que a janela do navio, portanto, este indicador, que indica o tempo total que o navio ficou atracado no terminal, possibilita verificar o tempo de operação em relação à janela designada ao navio (RODRIGUES, 2016).

3. Tempo médio que o caminhão externo permanece no terminal;

O tempo que os caminhões gastam em um terminal para

carga/descarga (tempo de giro do caminhão) é um cenário de custo real que afeta o custo total do transporte de contêineres e consequentemente a competitividade. O tempo de giro do caminhão é o tempo que um caminhão leva para completar uma atividade, como pegar um contêiner de importação (NOORAMIN, AHOUEI e SAYAREH, 2011).

O presente indicador visa mensurar o tempo que o caminhão leva para entrar no terminal, ter sua carga retirada para ser empilhada, e sair do terminal. Dessa forma é possível visualizar a rotatividade de caminhões no terminal (RODRIGUES, 2016).

O tempo que o caminhão externo permanece no terminal consiste no intervalo de tempo entre o momento que o caminhão externo entra no terminal e o momento que sai.

4. Tempo ocioso dos equipamentos;

Em geral, os fornecedores que oferecem soluções econômicas são altamente valorizados (CHAN e KUMAR, 2007). Este indicador, que quantifica o tempo que os equipamentos ficam parados, possibilita tomar ações relacionadas ao redimensionamento da quantidade necessária de equipamentos, o que pode permitir reduzir custos relacionados a esse fator (RODRIGUES, 2016).

Entende-se que o tempo ocioso de um equipamento consiste no intervalo de tempo que cada um permaneceu parado por falta de designação de atividade.

5. Tempo médio do percurso de carga/descarga do caminhão;

O presente indicador mede o tempo que o contêiner leva para sair do costado até ser depositado no pátio, ou o inverso, e possibilita estimar a quantidade de caminhões necessários (RODRIGUES, 2016).

O tempo médio do percurso de carga/descarga do caminhão consiste no intervalo de tempo entre o momento que o contêiner é içado do pátio ou do costado e o momento que o mesmo é depositado no caminhão ou no pátio.

6. Tempo médio de operação;

Quanto melhor o serviço prestado ao usuário, como atendimento

rápido a qualquer hora todos os dias e eliminação do tempo de espera, mais competitivo tende a ser o porto (YEO, ROE e DINWOODIE, 2011) e também o terminal de contêiner.

O objetivo deste indicador é estimar o tempo médio em que o navio leva para ser carregado ou descarregado, e visa auxiliar na definição dos horários de entrada e saída dos navios (RODRIGUES, 2016), pois também possibilita uma previsão mais acertiva das janelas necessárias para cada navio.

O tempo de operação consiste no intervalo de tempo durante o qual um item está em estado de operação (ABNT, 1994), portanto o presente indicador consiste no tempo médio de duração do período compreendido entre o início e o fim da realização de uma operação.

7. Tempo médio de espera dos caminhões na fila do terminal;

O tempo de espera dos caminhões que permanecem em um terminal afeta o custo total do comércio de contêineres e, conseqüentemente, a competitividade. (NOORAMIN, AHOUEI e SAYAREH, 2011).

O atraso de um caminhão faz com que um equipamento de carga e descarga tenha que esperar caso este esteja pronto para colocar ou tirar um contêiner em/de um veículo que ainda não tenha chegado ao lado do cais. Normalmente, o tempo de espera de tais equipamentos é mais crítico do que o tempo de espera do veículo para a eficiência das operações do terminal, pois qualquer atraso em uma operação de guindaste no cais, por exemplo, causará o mesmo atraso em todas as operações subsequentes atribuídas ao mesmo equipamento (ZHANG et al., 2005).

O tempo de espera dos caminhões na fila do terminal tem recebido pouca atenção dos operadores de terminais porque os congestionamentos em terra nunca foram uma barreira para suas operações tranquilas (NOORAMIN, AHOUEI e SAYAREH, 2011), mas ao otimizar esse atendimento e, conseqüentemente, o custo de transporte terrestre, os terminais devem obter uma vantagem competitiva (HUYNH e WALTON, 2005).

Pode-se dizer então que o tempo de espera de um caminhão na fila

do terminal é determinado pelo intervalo de tempo entre a sua chegada na fila, e a sua passagem pelo portão de entrada.

8. Demanda de movimentação;

Ter uma boa localização é considerado uma porta para se tornar mais competitivo. Acessibilidade portuária, como estar geograficamente situado em local estratégico, como uma rota marítima importante, é um fator que pode aumentar a demanda de movimentação (YEO, ROE e DINWOODIE, 2011).

Este indicador visa determinar a variação do volume de carga operado pelo terminal e possibilita avaliar o nível comercial do terminal e a sua capacidade de atendimento operacional (RODRIGUES, 2016), e consiste no total de movimentações necessárias para operar os navios em um determinado período de tempo.

9. Frequência de perdas e danos;

A qualidade se tornou uma grande preocupação para os transportadores, e para muitos destes, a prioridade mudou de preço para desempenho de serviço de qualidade (LAGOUDIS et al., 2006). Conciliando ambos, do ponto de vista da gestão da qualidade total, operações e serviços de alta qualidade devem resultar em custos mais baixos para os usuários (BRAGLIA e PETRONI, 2000).

O presente indicador tem por objetivo registrar a frequência de perda e danos à carga e é de grande importância no auxílio às tomadas de decisão voltadas à otimização da taxa de atendimento aos requisitos dos clientes (RODRIGUES, 2016).

10. Quantidade de TEUs movimentados;

O registro e o acompanhamento da quantidade de carga movimentada é de extrema importância para que se possa observar a evolução da movimentação de mercadorias e para fornecer os dados necessário ao processo de previsão de demanda dos próximos anos (ARRUDA, NOBRE JÚNIOR e MAGALHÃES, 2008).

Manter o foco em otimizar este indicador, que visa mensurar a quantidade de TEUs movimentados pelo terminal, é de extrema importância,

pois quanto maior o volume em TEUs movimentado, maior tende a ser a receita do terminal (RODRIGUES, 2016), e, conseqüentemente, maior é a possibilidade de lucro.

Consiste simplesmente no volume total de carga, em TEUs, movimentada em um certo período de tempo.

11. Quantidade média de viagens por veículo;

Minimizar custo é uma forma de aumentar a competitividade, e os custos logísticos são um fator de grande influência. Entre estes incluem-se custos de transporte terrestre e os relacionados às cargas que entram no porto (YEO, ROE e DINWOODIE, 2011).

Identificar a utilização dos veículos através deste indicador, que tem por objetivo avaliar a quantidade média de viagens realizadas por veículo, auxilia na quantificação da produtividade dos ativos (RODRIGUES, 2016).

12. Utilização do gate;

O presente indicador tem por objetivo quantificar os caminhões externos que entram no terminal, possibilitando identificar a quantidade de carga para exportação e estimar o trânsito no terminal (RODRIGUES, 2016).

O presente indicador consiste na quantidade de caminhões externos que passam pelo portão de entrada do terminal em um certo período de tempo.

13. Taxa de utilização dos equipamentos;

Este indicador mede a taxa de utilização de cada equipamento a fim de identificar a taxa de utilização do ativo e programar manutenções (RODRIGUES, 2016), além de auxiliar na priorização de investimentos em equipamentos específicos.

Ele é medido pela relação entre o tempo de utilização e o tempo total disponível, e uma vez que se trata de uma proporção, é um indicador adimensional.

14. Taxa terno;

A taxa terno consiste em registrar a quantidade de portêineres que podem trabalhar em cada navio. Através deste indicador é possível estimar a

produtividade com que se pode trabalhar em cada navio (RODRIGUES, 2016). A quantidade de portêineres designados na operação de um navio é limitada pelo comprimento do cais, e se o acesso ao navio para carregamento e descarregamento ocorre apenas de um lado ou dos dois.

Nos terminais de contêineres, a duração da atracação de cada embarcação depende do número de portêineres atribuídos à embarcação correspondente. Quando o número de portêineres atribuídos a um navio aumenta, a duração da atracação do navio pode ser reduzida (RASHID e TSANG, 2013).

A medida deste indicador para a avaliação geral do desempenho de um terminal de contêineres se dá pela quantidade média de portêineres alocados por navio.

15. Prancha média;

O acompanhamento da prancha média do terminal, ou seja, da quantidade de movimentos realizados por hora, é importante para as companhias de navegação a fim de que se possa comparar a qualidade do serviço de dois ou mais portos (TAPIA et al., 2014), além de, para o terminal, também ser útil por possibilitar a identificação da velocidade de operação de um navio (RODRIGUES, 2016).

Como o tempo que um navio permanece imobilizado no porto é uma fonte de custos, as variáveis associadas devem ter um rastreamento que permita minimizá-lo. Por sua vez, este tipo de indicador também é utilizado para estimar o horário dos navios e assim garantir tempos de entrega, reservar espaço no próximo porto, entre outras tomadas de decisão (TAPIA et al., 2014).

A prancha média de atendimento é a quantidade de carga movimentada por navio, em unidades de contêineres, durante o seu atendimento no berço, dividido pelo tempo em horas que o navio passou atracado no berço.

16. Produtividade do berço de atracação;

Para um tratamento mais eficiente do aumento de cargas, os operadores portuários concentram-se na produtividade e em investimentos portuários, buscando sempre aumentar a competitividade portuária (YEO,

ROE e DINWOODIE, 2011).

Nos terminais de contêineres, o berço é o recurso mais importante que afeta diretamente a capacidade do terminal. A principal razão é que o custo de construção dos berços é muito alto quando comparado ao investimento em outras instalações no porto (PARK e KIM, 2003). Assim, uma maneira efetiva de aumentar a capacidade de um terminal é melhorar a produtividade do seu berço (RASHID e TSANG, 2013), para isso é importante acompanhar este indicador que consiste na média das pranchas.

17. Velocidade de operação dos equipamentos;

A competitividade de custos pode ser traduzida em atratividade de preço e custo de usuário mais baixos e, portanto, é um fator crucial para a vantagem competitiva de um porto (LAM e YAP, 2006).

Registrar a velocidade dos transtêineres e caminhões do terminal através deste indicador possibilita uma melhor visualização da performance de cada equipamento e auxilia na identificação de equipamentos mais rápidos em busca de resultados melhores em produtividade e utilização de ativos (RODRIGUES, 2016), alcançando assim uma melhor performance das operações por um menor custo.

18. Produtividade dos equipamentos;

Ao longo dos anos, as operações portuárias estão se tornando cada vez mais complexas, à medida que novas tecnologias impõem novos requisitos de infraestrutura e manuseio de materiais. Portanto, a eficiência é a principal questão na gestão do porto (TONGZON, 2005).

O indicador de produtividade dos equipamentos visa mensurar a performance de cada equipamento a fim de auxiliar nas decisões que gerem planos de ações sobre os equipamentos com baixa produtividade (RODRIGUES, 2016).

Esse índice considera a capacidade total de movimentação dos equipamentos em um certo período de tempo considerando a produtividade e a taxa de utilização de cada um.

2.7.2 Financeiro e custos

19. Custos de mão de obra;

À medida em que as condições da região em que o porto se encontra melhora, também aumenta a competitividade do porto. Uma condição importante é o nível de instrução da região (YEO, ROE e DINWOODIE, 2011), que quanto maior, melhor tende a ser a qualidade e a estabilidade da mão de obra.

O presente indicador, como o próprio nome já diz, visa mensurar o custo da mão de obra do terminal, a fim de verificar os recursos utilizados na realização das atribuições do mesmo e auxiliar no controle e na redução de custos (RODRIGUES, 2016).

Trata-se de um índice fácil de ser obtido pois se trata do registro do montante de dinheiro gasto com pessoal em um determinado período de tempo, seja esse gasto com salários, impostos referentes, admissões, demissões, benefícios, ou quaisquer outros fatores vinculado à mão de obra.

20. Custos da operação;

Quanto menor o custo, maior o nível de competitividade (YEO, ROE e DINWOODIE, 2011) e por custos de operação incluem-se os custos para a realização de qualquer atividade operacional, embarque, desembarque e movimentação de contêineres, ova e desova da carga, entre outras.

Este indicador tem então por objetivo identificar o total de custos incluídos na realização de alguma atividade operacional com a intenção de guiar gestores na identificação oportunidades de melhorias, tais como identificação de perdas, redução de custos e otimização de recursos (RODRIGUES, 2016).

21. Custo da manutenção;

As estratégias adequadas de manutenção são úteis, não só para preservar as instalações e seus sistemas em boas condições, mas também para minimizar a depreciação do valor dos ativos (PRAMOD et al., 2006).

A importância de acompanhamento deste indicador, que mensura o total de custos com manutenção em um certo período de tempo, é ter a de ter acesso a informações que permitam controlar e reduzir os custos com

manutenção (RODRIGUES, 2016).

Trata-se do registro do montante de dinheiro gasto com manutenção em um determinado período de tempo. O referido gasto envolve os custos com peças, ferramentas, óleos e outros insumos, assim como os custos de gerenciamento do estoque desses materiais e de peças de reposição, os custos com pessoal da área, e outros.

22. Capital investido em infraestrutura;

Com o crescente aumento de cargas, os operadores portuários têm se concentrado em investimentos em infraestrutura a fim de aumentar a competitividade portuária (YEO, ROE e DINWOODIE, 2011).

O presente indicador, que tem por objetivo mensurar o capital investido em infraestrutura, auxilia na verificação dos equipamentos e da infraestrutura do terminal como um todo, a fim de determinar se são modernos o suficiente para garantir a competitividade do terminal (RODRIGUES, 2016), auxiliando assim no planejamento de investimentos a curto, médio e longo prazos.

O presente indicador refere-se ao registro do montante financeiro que o terminal utilizou para custear investimentos em infraestrutura em um certo período de tempo.

2.7.3 Equipamentos e Infraestrutura

23. Conectividade intermodal;

Quanto maior a conectividade, maior o nível de competitividade (YEO, ROE e DINWOODIE, 2011). Um terminal de carga é um nó-chave em uma rede de transporte e o tempo de trânsito de contêineres entre modais através desse terminal representa um dos gargalos mais relevantes nas cadeias logísticas. (BALDASSARA, IMPASTATO e RICCI, 2010).

Este indicador tem como objetivo identificar com quais modais o terminal de contêineres está conectado, e é importante pelo fato de que uma maior conectividade intermodal reduz custos e auxilia em uma maior ramificação do terminal (RODRIGUES, 2016).

Este indicador é do tipo qualitativo, e deve apresentar uma lista que

conste quais são os modais que o terminal de contêineres conecta, como por exemplo [marítimo, rodoviário e ferroviário], mas para fins de cálculo pode ser utilizado como valor numérico referindo-se à quantidade de modais conectados por este terminal.

24. Número de tomadas *reefer*;

A utilização deste indicador, que determina quantas tomadas reefer há na área de armazenamento do terminal, é útil para identificar quantos contêineres refrigerados podem ser armazenados aí, ou seja, para determinar a capacidade de armazenamento de contêineres refrigerados no terminal (RODRIGUES, 2016).

Essa informação deve servir de base para as tomadas de decisão referentes a este tipo de contêiner, como por exemplo para planejar o recebimento de contêineres refrigerados de acordo com a disponibilidade de tomadas ou para decisões de investimento em ampliação dessa área, entre outros.

É um indicador que consiste simplesmente no registro da quantidade de tomadas reefer contidas no terminal, ou seja, a quantidade de contêineres refrigerados que o terminal tem capacidade de armazenar.

25. Proximidade entre o berço e o bloco de carga no pátio;

Este indicador tem por objetivo mensurar a distância média entre o berço e o bloco de carga do pátio. Uma vez que as distâncias percorridas por contêineres, equipamentos e veículos devem ser minimizadas para otimizar a operação de transporte de contêineres (RODRIGUES, 2016), o acompanhamento do referido indicador demonstra ser importante.

O resultado desse indicador é a média das distâncias de todos os berços a todos os blocos de carga.

26. Calado, comprimento e profundidade do cais;

Esses fatores são de extrema importância para definir as condições de aproximação e atracação dos navios ao porto (YEO, ROE e DINWOODIE, 2011). O progressivo aumento nas dimensões dos navios porta-contêineres evidencia a importância desse indicador, pois cada vez mais há a necessidade de cais maiores (RODRIGUES, 2016).

Uma vez que calado é referente especificamente ao navio, e a profundidade do cais e do canal de acesso já limita o calado máximo navegável, este indicador pode ser simplificado como 'Comprimento e profundidade do cais e do canal de acesso', e tem como resposta desse índice um par coordenado de valores, onde o primeiro se refere ao comprimento do cais e o segundo consiste na profundidade navegável de acesso ao terminal.

27. Quantidade de portêineres e transtêineres;

O presente indicador vem para quantificar os portêineres e os transtêineres do terminal, uma vez que são os equipamentos de carga e descarga de maior relevância, e, pelo mesmo motivo, impactam diretamente no desempenho do terminal (RODRIGUES, 2016).

A obtenção desse índice é simples, demandando apenas o registro no número de portêineres e do número de transtêineres que o terminal de contêineres possui.

28. Quantidade de veículos utilizados;

Este indicador, que quantifica os veículos do terminal utilizados para transporte de contêineres, auxilia na determinação da capacidade de movimentação de contêineres dentro do terminal (RODRIGUES, 2016). Informação essa, de extrema importância na ação de planejamento das atividades diárias do terminal.

De forma análoga ao indicador anterior, a resposta deste consiste no registro da quantidade de veículos que foram utilizados pelo terminal em um determinado período de tempo.

29. Quantidade de equipamentos acessórios;

Identificar a quantidade de equipamentos acessórios dos quais o terminal dispõe é importante para verificar se o mesmo possui a estrutura necessária para realizar certas atividades. Quantificar esses equipamentos, tais como empilhadeiras, reach-stackers, fork-lifts, entre outros, é o objetivo deste indicador (RODRIGUES, 2016).

A informação da disposição de tais equipamentos por parte do terminal é indispensável para o planejamento de qualquer atividade que

dependa do uso deles, especialmente se forem atividades simultâneas, a quantidade de cada equipamento acessório de posse do terminal passa a ser uma informação determinante.

Este indicador tem um fator quantitativo e um fator qualitativo, consistindo em uma lista que conste quais são os equipamentos acessórios que o terminal de contêineres possui, e quantos de cada.

2.7.4 Ocupação e armazenagem

30. Capacidade de armazenamento do pátio;

O pátio de armazenamento de um terminal de contêineres funciona como um buffer temporário para contêineres de entrada e saída (ZHANG et al., 2002), e desempenha um papel importante na produtividade global do terminal (GEBRAEEL e LAWLEY, 2001).

Um desafio é determinar a forma de alocação desses contêineres de entrada e saída na área do pátio (RASHID e TSANG, 2013). O presente indicador visa mensurar a capacidade de armazenamento do pátio do terminal e pode auxiliar nessa tomada de decisão e em outras (RODRIGUES, 2016).

Este índice consiste no registro da quantidade de contêineres que podem ser armazenados no pátio do terminal.

31. Capacidade do armazém;

Da mesma forma, a capacidade do armazém é um fator importante quando o terminal conta com esse espaço e oferece os serviços realizados na área.

Este indicador tem como objetivo mensurar a capacidade de armazenamento do armazém (RODRIGUES, 2016), e o conhecimento da sua dimensão deve auxiliar nas tomadas de decisão referentes a esse espaço.

Analogamente ao indicador anterior, a determinação deste é feita a partir do registro da quantidade de contêineres que podem ser armazenados no armazém do terminal. No caso de o terminal não dispor de um armazém, o resultado deste indicador é zero.

32. Taxa de ocupação do pátio;

A porcentagem ocupada da área de armazenagem do pátio, que é o que mensura este indicador, é uma informação útil para se determinar a capacidade de armazenamento disponível, tal como para verificar o fluxo de carga do terminal (RODRIGUES, 2016).

A taxa de ocupação do pátio é uma informação base para decisões estratégicas e operacionais, tais como a decisão de priorização dos investimentos em infraestrutura, a verificação de disponibilidade de endereços no pátio para o planejamento de recebimento e expedição de cargas, entre outros. Uma vez que este indicador indica a porcentagem da área de armazenagem do pátio que está ocupada, ele é adimensional.

33. Taxa de ocupação do armazém;

Quanto o terminal conta com um armazém, a porcentagem ocupada da área de armazenagem do mesmo, que é o que determina este indicador, possibilita verificar o fluxo de carga do armazém e determinar a capacidade que segue disponível (RODRIGUES, 2016).

De maneira análoga, essas informações auxiliam nas tomadas de decisões estratégicas e operacionais referentes ao armazém e às operações realizadas aí.

Este indicador também é adimensional e indica a porcentagem da área de armazenagem do armazém que está ocupada. No caso de o terminal não contar com um armazém, o resultado desse indicador é zero.

34. Tempo de permanência gratuito da carga no terminal;

Mensurar o tempo que a carga pode permanecer no terminal sem gerar custos para o cliente, que é o que registra esse indicador. Esse tempo de permanência gratuito da carga no terminal demonstra ser um diferencial competitivo (RODRIGUES, 2016).

O tempo de permanência livre da carga no terminal está incluso nos custos logísticos, e minimizar os custos é uma maneira de se tornar mais competitivo (YEO, ROE e DINWOODIE, 2011). No auxílio a esse processo de minimização dos custos, o acompanhamento desse indicador demonstra a sua importância.

Assim como outros indicadores apresentados anteriormente, a

definição do resultado deste se resume a registrar qual é o tempo de permanência gratuito da carga oferecido pelo terminal.

35. Tempo médio de permanência do contêiner no terminal;

O presente indicador tem como objetivo mensurar o tempo que cada contêiner permanece dentro do terminal, desde o momento que foi desembarcado do navio até a sua saída do terminal. Uma justificativa de utilização deste indicador é que esse tempo impacta diretamente na ocupação do terminal (RODRIGUES, 2016), o que por sua vez impacta no custo, pois necessita de gestão desse estoque, assim como na capacidade disponível de armazenagem, e até mesmo na operação do terminal como um todo.

Assim como os conceitos apresentados na determinação da equação 1, o presente também pode ser determinado pela média dos intervalos de tempo compreendidos entre o momento de chegada do contêiner no terminal e o momento de saída do mesmo, sejam por meio marítimo ou terrestre.

2.7.5 Manutenção

36. Quebra de equipamento;

É importante adotar estratégias adequadas de manutenção a fim de preservar as instalações e seus sistemas em boas condições (PRAMOD et al., 2006).

O que este indicador faz é mensurar a quantidade de quebras de equipamentos durante um certo período de tempo, a fim de gerar ações de manutenção (RODRIGUES, 2016) e auxiliar no processo de aprimoramento do planejamento de manutenção e até mesmo de mudança ou adoção de diferentes políticas de manutenção.

O presente indicador é obtido por meio do registro da quantidade de quebras de equipamentos ocorridas no terminal em um determinado período de tempo.

37. Disponibilidade dos equipamentos;

A disponibilidade de um equipamento consiste na capacidade deste

de executar a sua função em um determinado instante ou intervalo de tempo (ABNT 1994).

A disponibilidade é a relação entre o tempo em que o equipamento ficou disponível para produzir e o tempo total (KARDEC e NASCIF, 1998) de operação do terminal em horas.

O acompanhamento desse indicador auxilia na melhoria do planejamento de manutenção a longo prazo, além de sinalizar a necessidade de troca e aquisição de equipamentos.

38. Confiabilidade dos equipamentos.

Os trabalhos de manutenção servem para manter a confiabilidade, a durabilidade, a habitabilidade e a segurança estrutural das instalações (WU e CLEMENTS-CROOME, 2007).

A confiabilidade é traduzida na probabilidade de um equipamento poder realizar a sua função durante um dado intervalo de tempo (ABNT, 1994).

Um acompanhamento do registro desse indicador pode evidenciar padrões e tendências que servem de base para o planejamento de ações futuras, tais como planos de manutenção, mudança de política de manutenção, e até mesmo planejamento de investimentos.

2.7.6 Hierarquia de prioridade dos indicadores

Com os indicadores citados anteriormente, provenientes de definições já consagradas na literatura, Rodrigues (2016) determinou um *ranking* de prioridade desses indicadores, por meio do método AHP. Para isso, eles foram agrupados em cinco dimensões de acordo com sua especificidade, e em seguida as dimensões foram hierarquizadas quanto à sua prioridade em comparação às outras dimensões, e cada indicador foi hierarquizado quanto à sua prioridade em relação aos indicadores da mesma dimensão. O Quadro 1 traz as prioridades de cada indicador dentro de cada dimensão e também as prioridades destas.

QUADRO 1 – HIERARQUIA DOS INDICADORES DE UM TERMINAL DE CONTÊINERES RELATIVA A CADA DIMENSÃO

Relevância da Dimensão	Dimensão	Indicador	Relevância do Indicador
38%	Produtividade	Quantidade de TEUs movimentados	11%
		Prancha média	11%
		Produtividade dos equipamentos	8%
		Demanda de movimentação	7%
		Tempo médio de espera do navio	6%
		Tempo que o navio ficou atracado	6%
		Tempo médio de operação	6%
		Frequência de perdas e danos	5%
		Produtividade do berço de atracação	5%
		Tempo que o caminhão externo permanece no terminal	4%
		Tempo médio de percurso de carg/descarga do caminhão	4%
		Tempo de espera dos caminhões na fila do terminal	4%
		Velocidade de operação dos equipamentos	4%
		Utilização do <i>gate</i>	4%
		Taxa de utilização dos equipamentos	4%
		Taxa terno	4%
		Tempo ocioso dos equipamentos	3%
		Quantidade de viagens por veículo	3%
24%	Financeiro e Custos	Capital investido em infraestrutura	29%
		Custo da operação	27%
		Custo da mão de obra	25%
		Custo da manutenção	19%
15%	Equipamentos e Infraestrutura	Quantidade de portêineres e transtêineres	22%
		Calado, comprimento e profundidade do cais	21%
		Quantidade de veículos utilizados	18%
		Equipamentos acessórios	17%
		Proximidade entre o berço e o bloco de carga no pátio	10%
		Conectividade intermodal	6%
		Número de tomadas <i>refeer</i>	6%
13%	Ocupação e Armazenagem	Ocupação do pátio	28%
		Capacidade de armazenamento do pátio	23%
		Tempo de permanência do contêiner no terminal	18%
		Tempo de permanência gratuito da carga no terminal	16%
		Capacidade do armazém	8%
		Ocupação do armazém	6%
10%	Manutenção	Quebra de equipamento	59%
		Disponibilidade dos equipamentos	21%
		Confiabilidade dos equipamentos	20%

Fonte: Adaptado de RODRIGUES, 2016

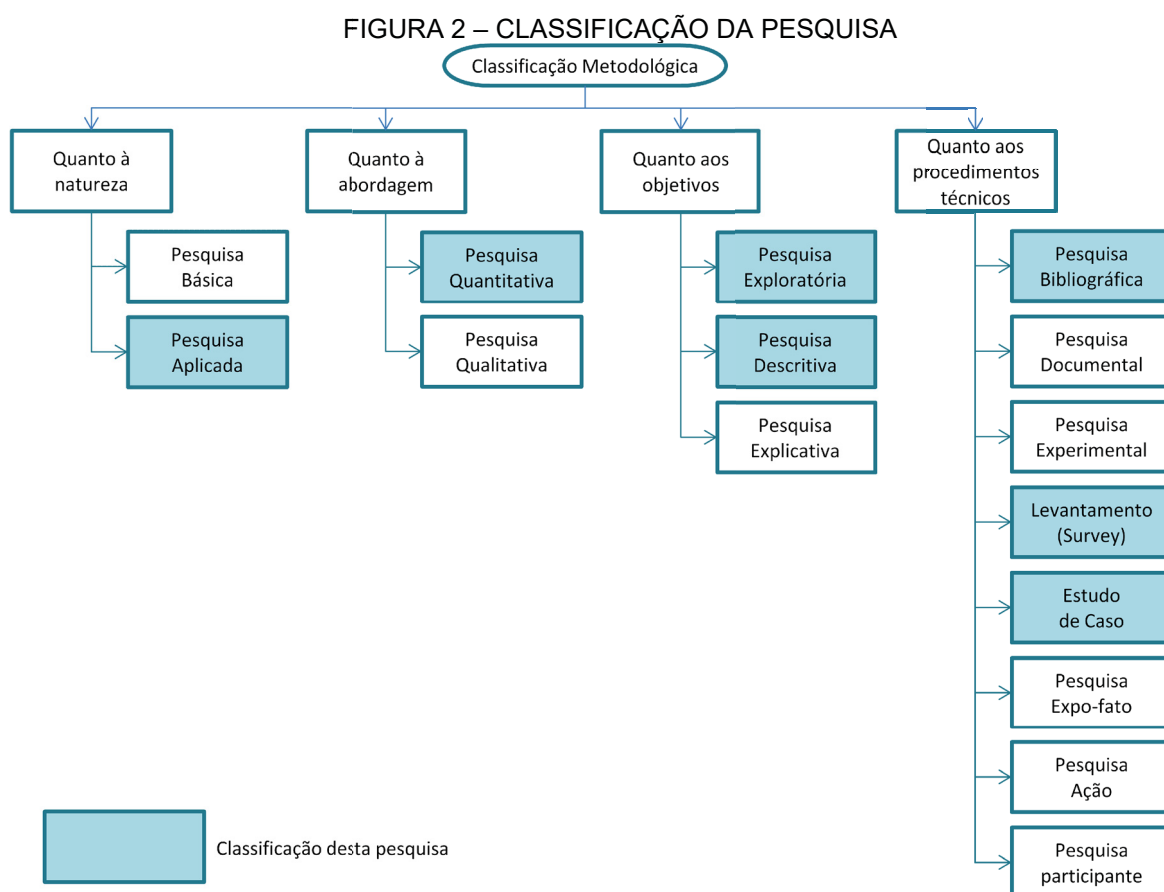
É importante perceber no Quadro 1 que o índice de relevância de cada indicador no ranking não é absoluto e sim relativo, pois avalia a importância de cada um em relação apenas aos outros indicadores classificados na mesma dimensão, e não em relação a todos os outros 37 indicadores.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo é feita a caracterização da pesquisa, são apresentados os procedimentos metodológicos e os instrumentos utilizados na mesma, organizando as etapas seguidas, além de apresentar um plano de ação para a finalização da presente pesquisa.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa é classificada quanto à sua natureza, à sua abordagem, aos objetivos e aos procedimentos técnicos apresentados, conforme o modelo sugerido por Silva e Menezes (2005) e representado na Figura 2.



Fonte: Adaptado de SILVA E MENEZES, 2005

Quanto à natureza, essa pesquisa é aplicada, pois visa gerar conhecimento para a aplicação prática, voltada à resolução de problemas, envolvendo verdades e interesses locais (SILVA E MENEZES, 2005). Isso se caracteriza na presente

pesquisa uma vez que esta tem por objetivo principal propor um modelo de avaliação de competitividade de terminais de contêineres e que tem utilidade como ferramenta para qualquer terminal de contêiner na busca pelo aumento de competitividade.

Em relação à abordagem, a presente pesquisa é quantitativa, pois considera fatores quantificáveis e utiliza técnicas estatísticas (SILVA E MENEZES, 2005), pois considera indicadores numéricos, ou qualitativos traduzidos em índices numéricos, e aplica ferramentas estatísticas, como a normalização e a ponderação dos valores dos fatores, para resultar em um modelo matemático de avaliação da competitividade de terminais de contêineres, e índices que traduzam o desempenho dos terminais avaliados em cada um dos indicadores considerados no modelo.

Considerando os objetivos desta, ela pode ser classificada como exploratória e descritiva, uma vez que envolve levantamento bibliográfico visando fornecer embasamento teórico e familiarização do leitor com o contexto da pesquisa, e envolve levantamento de dados também através de entrevistas com pessoas experientes no assunto (GIL, 1991). Isso tudo se demonstra pelo fato deste projeto trazer uma base bibliográfica que abrange o contexto atual dos terminais de contêineres no mundo e trazer conceitos importantes para o embasamento da pesquisa, além de se utilizar de entrevistas para o levantamento dos dados não encontrados na literatura, tal como os valores dos indicadores para a construção de terminais de contêineres hipotéticos porém realistas dentro do contexto dos portos brasileiros para as diferentes aplicações do modelo proposto.

Finalmente, quanto aos procedimentos técnicos, essa pesquisa se classifica como bibliográfica, por ser elaborada em grande parte por materiais já publicados, de levantamento (ou *survey*), por envolver interrogação direta para coletar dados, e finalmente como estudo de caso, por envolver o estudo de objetos a fim de permitir o seu amplo e detalhado conhecimento (GIL, 1991). Isso se confirma uma vez que a presente pesquisa traz grande parte das informações necessárias para a construção do modelo, como os indicadores e sua hierarquia de relevância, de materiais científicos publicados; faz-se o levantamento e determinação dos demais dados necessários por meio de entrevistas, como os valores dos indicadores dos terminais de contêineres hipotéticos; e finalmente, realiza diferentes aplicações do modelo proposto através da análise dos dados dos terminais de contêineres hipotéticos.

3.2 ETAPAS DA CONDUÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa, desde o início até o atingimento do objetivo final, é constituída de dez etapas, conforme ilustrado na Figura 3.

FIGURA 3 – ETAPAS DE CONDUÇÃO DA PESQUISA



3.2.1 Definição do tema

A presente pesquisa se inicia com a definição do tema, que é avaliação de competitividade de terminais de contêineres. Nesta etapa é de extrema importância identificar a pergunta de pesquisa, e então determinar o objetivo geral e os específicos a serem trabalhados.

3.2.2 Revisão da literatura

Conhecendo a pergunta de pesquisa e os objetivos preteridos, é importante fazer uma revisão detalhada da literatura a fim de verificar se já há soluções para esse problema de pesquisa, além de entender o contexto geral do tema e coletar as informações necessárias para se realizar a pesquisa a fim de efetivamente alcançar os objetivos.

3.2.3 Organização dos indicadores

Uma vez levantados os dados necessários a partir da revisão de literatura, é importante organizar os indicadores de maneira clara, assim como as suas dimensões, a hierarquia quanto às relevâncias dentro de cada dimensão e quaisquer outros dados que possam ser utilizados na seleção dos indicadores a compor o modelo.

3.2.4 Levantamento das equações dos indicadores

Uma vez que as equações para cálculo dos indicadores nem sempre são simples ou padronizadas, esta etapa consiste na revisão de literatura para entendimento de cada indicador e registro das equações encontradas para cálculo de cada um deles.

Para todos os indicadores serão determinadas as equações de obtenção padronizadas com base na revisão de literatura e no modelo de DE CARVALHO e PALADINI (2012), que diz que todo indicador deve ter elemento, fator e medida, além de objetivo e justificativa claros.

3.2.5 Hierarquização geral dos indicadores

Uma vez levantados os dados necessários a partir da revisão de literatura, é importante hierarquizar os indicadores de maneira geral, comparando-os não só em relação aos outros indicadores da sua dimensão mas também com todos os outros indicadores levantados.

A fim de não penalizar os indicadores que compõem as dimensões com maior quantidade de fatores e nem beneficiar os que compõem as dimensões com menor quantidade, deve ser considerado para o cálculo da relevância geral de cada indicador não só os pesos dele mesmo e da sua dimensão mas também a quantidade de indicadores ali agrupados, de forma a equilibrar os índices. Isso resulta em um índice adimensional que se deu da seguinte forma:

$$RG_x = RR_x \times R_{D_x} \times Q_{D_x} \quad (1)$$

Onde,

RG_x = Relevância geral do indicador x ;

RR_x = Relevância relativa do indicador x ;

R_{D_x} = Relevância da dimensão D que compreende o indicador x ;

Q_{D_x} = Quantidade total de indicadores que compõem a dimensão D que compreende o indicador x .

Depois de aplicada a Equação 1 para todos os indicadores, eles devem ser organizados e listados em ordem decrescente de relevância e assim obtida a hierarquia geral dos indicadores operacionais usuais de terminais de contêineres.

3.2.6 Seleção dos indicadores prioritários a serem considerados no modelo

Nesta etapa os dados dos indicadores ranqueados em ordem decrescente de relevância geral devem ser impressos em um gráfico de segmento de linha simples que mostra a variação nos dados.

Observando esses dados é definida a linha de corte no ponto imediatamente anterior a uma estabilização do índice de importância dos fatores, e os indicadores posicionados à esquerda da linha de corte são considerados mais relevantes.

A pesquisadora guarda a possibilidade de priorizar algum indicador que não tenha sido selecionado na análise quantitativa mas que demonstre ser importante na

composição do modelo por critério qualitativo com base na relação de experiência.

Uma vez que se trata de uma seleção de indicadores para compor um modelo de avaliação de competitividade de terminais de contêineres, foi definido que é importante haver pelo menos um indicador de cada dimensão, a fim de que todas sejam consideradas e representadas. Caso depois da determinação do ponto de corte e das seleções do pesquisador ainda não houver pelo menos um indicador de cada dimensão, são priorizados também o indicador mais relevante de cada dimensão que ainda não estiver representada na lista dos prioritários.

Finalmente, o resultado dessas análises deve ser apresentado em uma figura, onde os indicadores considerados prioritários e que comporão o modelo a ser proposto apareçam em ordem decrescente de prioridade geral.

3.2.7 Determinação da relevância dos indicadores para o modelo

Os índices de relevância dos indicadores para o modelo foram calculados como a porcentagem do seu índice geral de relevância em relação ao somatório total dos índices gerais de relevância dos indicadores prioritários. Este cálculo é feito por meio da Equação 2.

$$R_x = \frac{RG_x}{\sum_{i=1}^n RG_i} \quad (2)$$

Onde,

R_x = Relevância do indicador x para o modelo;

RG_x = Relevância geral do indicador x ;

RG_i = Relevância geral do indicador i selecionado como prioritário;

n = Quantidade de indicadores selecionados como prioritários.

3.2.8 Construção do modelo

O modelo proposto consiste na utilização da relevância dos indicadores e das suas dimensões para determinar uma proporção de ponderação de valor para cada um dos indicadores do terminal. O valor normalizado de cada indicador do terminal avaliado em relação a limites escolhidos mostrará a eficiência do terminal naquele indicador em relação ao universo de comparação, que pode ser regional, nacional, entre contêineres, e outros. Em seguida esse valor normalizado é

multiplicado pelo fator de ponderação do respectivo indicador, e o somatório de todos esses valores resultarão no índice de competitividade do terminal de contêineres em relação ao universo avaliado.

Para isso, foi determinada a relevância de cada indicador para o modelo, a ser considerado como fator de ponderação a ser multiplicado pelo valor normalizado do indicador de cada terminal.

A normalização dos valores dos indicadores dos terminais que forem utilizar o modelo deve ser feita entre 0 e 1, e os limites inferior e superior utilizados devem ser determinados de acordo com o objetivo da aplicação do modelo. Este valor indicará quão bom está o resultado de cada indicador em relação ao universo de comparação, onde 0 é o pior resultado possível e 1 indica que ele tem o melhor valor dentre os terminais do universo analisado.

O somatório dos resultados das multiplicações dos valores normalizados dos indicadores pelo seu fator de ponderação, deve resultar em um valor entre 0 e 1. Este resultado representa o índice de competitividade do terminal, onde 1 é o melhor padrão de competitividade para o objetivo analisado.

3.2.9 Determinação dos dados a serem utilizados para aplicação do modelo

Foi realizada uma entrevista não estruturada com três especialistas para o levantamento de dados: dois colaboradores do nível gerencial de um importante terminal de contêineres do Brasil e um pesquisador da área de logística e terminais de contêineres.

Essas entrevistas tiveram a intenção de coletar informações para determinar valores fictícios, porém realistas, de cada um dos indicadores utilizados no modelo para quatro situações hipotéticas:

1. Valores atuais dos indicadores do Terminal A;
2. Valores atuais dos indicadores do Terminal B;
3. Valores almejados dos indicadores do Terminal A para daqui a 5 anos (Planejamento Estratégico);
4. Melhores valores atuais conhecidos dos indicadores dentre todos os terminais de contêineres em operação no país de contexto dos terminais A e B, no caso, Brasil.

3.2.10 Aplicação do modelo e análise dos resultados

A primeira ação desta etapa é traduzir em um único valor os resultados dos indicadores que tenham mais de uma resposta.

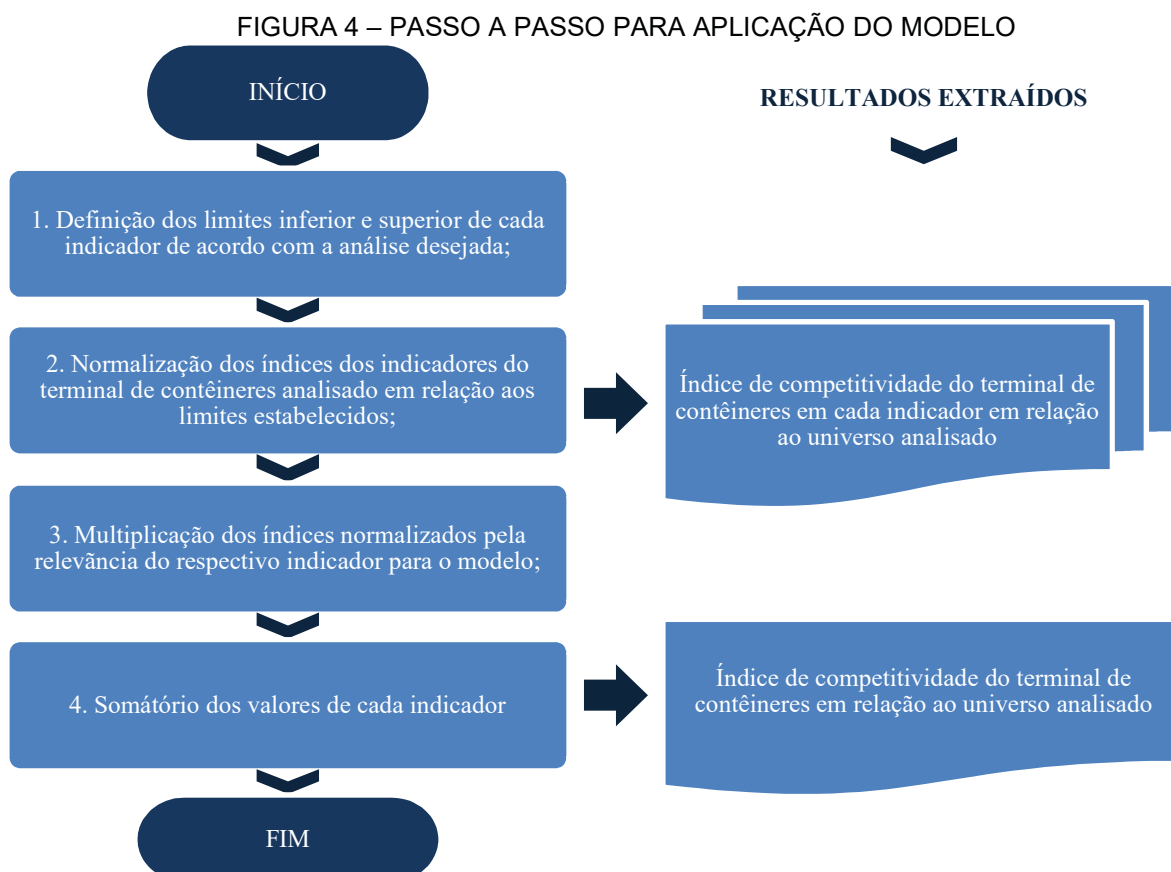
O segundo passo é determinar os valores de referência a serem utilizados como limites inferior e superior para a aplicação demonstrada.

Em seguida deve-se normalizar os dados do(s) terminal(is) analisado(s) em relação a esses limites determinados.

Na sequência, os dados normalizados devem ser multiplicados pelo fator de ponderação do respectivo indicador, ou seja, a relevância daquele indicador no modelo.

Finalmente, os resultados das multiplicações devem ser somados a fim de se encontrar o índice de avaliação da eficiência do terminal de contêiner e fazer-se a interpretação e análise dos resultados obtidos.

A Figura 4 ilustra o passo a passo para a aplicação do modelo proposto de maneira simples.



Esse processo deve ser realizado para cada uma das aplicações demonstradas.

3.2.11 Conclusão

Finalmente, a pesquisa se encerra com as conclusões finais, a apresentação dos objetivos alcançados, do modelo proposto, o registro dos resultados obtidos e propostas de continuidade e melhoria da pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos, organizados de acordo com cada etapa da condução da pesquisa.

Uma vez que as três primeiras etapas foram cumpridas através de revisão de literatura, os seus resultados já foram apresentados nos capítulos 1 e 2.

Desse modo, a primeira etapa de condução da pesquisa cujos resultados são apresentados nessa seção é a de levantamento das equações dos indicadores.

4.1 LEVANTAMENTO DAS EQUAÇÕES DOS INDICADORES

Conforme apresentado no capítulo 3, mais especificamente na seção 3.2.4, os 38 indicadores usuais de terminais de contêineres tratados na presente pesquisa são apresentados no Quadro 2 juntamente com o seu objetivo, justificativa, elemento, fator, medida, e quando aplicável, a proposta de equação para sua obtenção.

Alguns dos indicadores representam valores registrados pelo terminal de contêineres e que dependem do planejamento estratégico da alta gerência do mesmo. A obtenção do resultado desses indicadores consiste simplesmente no registro dos respectivos valores, como é o caso do tempo de permanência gratuito da carga no terminal, quantidade de tomadas *reefer*, profundidade e comprimento do cais e do canal de acesso e outros, ou no somatório dos valores referentes a eles, como capital investido em infraestrutura, custos de mão de obra, etc.

Muitos indicadores consistem apenas no registro ou no somatório de ocorrências, como demanda de movimentação, frequência de perdas e danos à carga, quantidade de TEUs movimentados, utilização do *gate*, etc.

Outros ainda são dados pela média de valores medidos durante os processos do dia a dia, como é o caso do tempo médio de espera do navio, tempo médio que o navio ficou atracado, tempo médio que o caminhão externo permanece no terminal, tempo médio do percurso de carga e descarga do caminhão, tempo médio de operação, entre outros.

Ainda existem os indicadores determinados por equações de base estatística, como é o caso da confiabilidade dos equipamentos.

QUADRO 2 – INDICADORES E SEUS RESPECTIVOS OBJETIVO, JUSTIFICATIVA, ELEMENTOR, FATOR, MEDIDA E EQUAÇÃO DE CÁLCULO (CONTINUA)

Indicador	Objetivo	Justificativa	Elemento, Fator e Medida	Equação de cálculo
1. Tempo médio de espera do navio	Mensurar o tempo que o navio espera para atracar no terminal	Possibilita seguir a janela de atracação e reduzir custos de espera para atracação com o ativo parado	Elemento: Produtividade Fator: Tempo médio por navio Medida: [h/navio]	$\overline{T_{en}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{fi} - t_{oi}}{n}$ <p>Onde, $\overline{T_{en}}$ = Tempo médio de espera do navio; t_{fi} = Momento de permissão de atracação do navio i; t_{oi} = Momento de chegada do navio i ao porto; n = Quantidade de navios atendidos.</p>
2. Tempo médio que o navio ficou atracado	Mensurar o tempo que o navio fica atracado no terminal	Auxiliar na alocação eficiente de berços para embarcações e equipamentos de carga e descarga	Elemento: Produtividade Fator: Tempo médio por navio Medida: [h/navio]	$\overline{T_{at}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{fi} - t_{oi}}{n}$ <p>Onde, $\overline{T_{at}}$ = Tempo médio que o navio ficou atracado; t_{fi} = Momento de desatracação do navio i; t_{oi} = Momento de atracação no navio i; n = Quantidade de navios que atracaram.</p>
3. Tempo médio que o caminhão externo permanece no terminal	Mensurar o tempo decorrido entre a entrada e a saída do caminhão externo	Possibilita visualizar a rotatividade de caminhões	Elemento: Produtividade Fator: Tempo médio por caminhão Medida: [h/caminhão]	$\overline{T_{pce}} = \frac{\sum_{j=1}^n t_{fj} - t_{oj}}{n}$ <p>Onde, $\overline{T_{pce}}$ = Tempo médio de permanência do caminhão externo no terminal; t_{fj} = Momento de passagem do caminhão externo j pelo <i>gate</i> na entrada; t_{oj} = Momento de passagem do caminhão externo j pelo portão de saída; n = Quantidade de caminhões externos que passaram pelo <i>gate</i>.</p>
4. Tempo ocioso dos equipamentos	Mensurar o tempo do equipamento parado	Possibilita a busca pela melhor quantidade de equipamentos	Elemento: Produtividade Fator: Tempo Medida: [h]	$T_{ep} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{fij} - t_{oi(j+1)}$ <p>Onde, T_{ep} = Tempo de ociosidade dos equipamentos; t_{fik} = Momento de encerramento da operação k pelo equipamento i; $t_{oi(k+1)}$ = Momento de início da operação $(k + 1)$ pelo equipamento i; m = Quantidade de operações realizadas pelo equipamento i. n = Quantidade total de equipamentos do terminal.</p>

QUADRO 2 – INDICADORES E SEUS RESPECTIVOS OBJETIVO, JUSTIFICATIVA, ELEMENTOR, FATOR, MEDIDA E EQUAÇÃO DE CÁLCULO (CONTINUAÇÃO)

Indicador	Objetivo	Justificativa	Elemento, Fator e Medida	Equação de cálculo
5.	Tempo médio do percurso de carga e descarga do caminhão	Mensurar o tempo que o contêiner leva para sair do pátio	Possibilita estimar a quantidade de caminhões necessária	<p>Elemento: Produtividade</p> <p>Fator: Tempo médio por caminhão</p> <p>Medida: [h/caminhão]</p> $\overline{T}_{cd} = \frac{\sum_{c=1}^n t_{fc} - t_{0c}}{n}$ <p>Onde,</p> <p>\overline{T}_{cd} = Tempo médio de percurso de carga/descarga do caminhão;</p> <p>t_{fc} = Momento de içamento do contêiner c do caminhão ou do pátio;</p> <p>t_{0c} = Momento de deposição do contêiner c no pátio ou no caminhão;</p> <p>n = Total de carregamentos e descarregamentos de caminhões realizados.</p>
6.	Tempo médio de operação	Mensurar o tempo médio de carregamento ou descarregamento do navio	<p>Auxilia no planejamento dos horários de atendimento dos navios</p> <p>Elemento: Produtividade</p> <p>Fator: Tempo médio por navio</p> <p>Medida: [h/navio]</p>	$\overline{T}_{op} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{fi} - t_{0i}}{n}$ <p>Onde,</p> <p>\overline{T}_{op} = Tempo médio de operação;</p> <p>t_{fi} = Momento final da operação de do navio i;</p> <p>t_{0i} = Momento inicial da operação do navio i;</p> <p>n = Quantidade de navios operados.</p>
7.	Tempo médio de espera dos caminhões na fila do terminal	Mensurar o tempo médio de espera do caminhão na fila de entrada	<p>Auxilia no planejamento para redução de custos de transporte terrestre e aumento de competitividade</p> <p>Elemento: Produtividade</p> <p>Fator: Tempo médio por caminhão</p> <p>Medida: [h/caminhão]</p>	$\overline{T}_{ec} = \frac{\sum_{j=1}^n t_{fj} - t_{0j}}{n}$ <p>Onde,</p> <p>\overline{T}_{ec} = Tempo médio de espera dos caminhões na fila do terminal;</p> <p>t_{fj} = Momento de entrada do caminhão j no terminal;</p> <p>t_{0j} = Momento de chegada do caminhão j na fila do terminal;</p> <p>n = Quantidade de caminhões que entraram no terminal.</p>
8.	Demanda de movimentação	Determinar a variação do volume de carga trabalhado no terminal	<p>Possibilita avaliar o nível comercial do terminal e a sua capacidade de atendimento operacional</p> <p>Elemento: Produtividade</p> <p>Fator: Quantidade de movimentações por navio</p> <p>Medida: [unidades/navio]</p>	$D_{Mi} = M_{Ci} + M_{Di} + M_{Mi}$ <p>Onde,</p> <p>D_{Mi} = Demanda de movimentação do navio i;</p> <p>M_{Ci} = Quantidade de contêineres carregados no navio i;</p> <p>M_{Di} = Quantidade de contêineres descarregados do navio i;</p> <p>M_{Mi} = Quantidade de contêineres movimentados durante a operação do navio i.</p>

QUADRO 2 – INDICADORES E SEUS RESPECTIVOS OBJETIVO, JUSTIFICATIVA, ELEMENTOR, FATOR, MEDIDA E EQUAÇÃO DE CÁLCULO
(CONTINUAÇÃO)

Indicador	Objetivo	Justificativa	Elemento, Fator e Medida	Equação de cálculo
9.	Frequência de perda e danos à carga	Registrar a frequência de perda e danos à carga	Auxilia no foco de minimização de falhas para atender os requisitos do cliente	<p>Elemento: Produtividade Fator: Quantidade de contêineres com carga danificada ou extraviada pelo total de contêineres transportados Medida: [%]</p> <p>Onde, $F_{PD} = \frac{NC_t}{n} \times 100$ F_{PD} = Frequência de perdas e danos; NC_t = Quantidade de contêineres com não conformidade de carga movimentados em um período de tempo t; n = Quantidade de contêineres movimentados em um período de tempo t.</p>
10.	Quantidade de TEUs movimentados	Mensurar a movimentação anual do terminal	Auxilia na escolha do transportador e no <i>benchmarking</i> entre transportadores	<p>Elemento: Produtividade Fator: Quantidade de carga movimentada por ano Medida: [TEU/ano]</p> <p>Onde, $V_T = \sum_{t=1}^{T/t} V_t$ V_T = Volume de carga transportada em TEUs em um período de tempo T; V_t = Volume de carga transportada em TEUs em um período de tempo t;</p>
11.	Quantidade média de viagens por veículo	Identificar a utilização dos veículos	Identifica a produtividade do ativo	<p>Elemento: Produtividade Fator: Quantidade média de viagens por veículo Medida: [unidades/veículo]</p> <p>Onde, $\bar{Q}_v = \frac{\sum_{j=1}^n Q_j}{n}$ \bar{Q}_v = Quantidade média de viagens por veículo; Q_j = Quantidade de viagens realizadas pelo caminhão j; n = Total de veículos utilizados.</p>
12.	Utilização do <i>gate</i>	Quantificar os caminhões externos que entram no terminal	Possibilita identificar a quantidade de carga para exportação e estimar o trânsito no terminal	<p>Elemento: Produtividade Fator: Quantidade de caminhões por tempo Medida: [unidades/dia]</p> <p>Onde, $UG_T = \sum_{t=1}^{T/t} Q_t$ UG_T = Utilização do <i>gate</i> em um período de tempo T; Q_t = Quantidade de caminhões externos que passam pelo <i>gate</i> para entrar no terminal em um período de tempo t.</p>
13.	Taxa de utilização dos equipamentos	Mensurar quais equipamentos são mais utilizados	Identifica a taxa de utilização do ativo e programar manutenções	<p>Elemento: Produtividade Fator: Tempo de utilização médio por tempo disponível Medida: [%]</p> <p>Onde, $\bar{U}_t = \frac{\sum_{e=1}^n TU_{et}}{t.n} \times 100$ \bar{U}_t = Taxa de utilização dos equipamentos no período de tempo t; TU_{et} = Tempo total de utilização do equipamento e durante o período de tempo t; n = Quantidade de equipamentos do terminal.</p>

QUADRO 2 – INDICADORES E SEUS RESPECTIVOS OBJETIVO, JUSTIFICATIVA, ELEMENTOR, FATOR, MEDIDA E EQUAÇÃO DE CÁLCULO (CONTINUAÇÃO)

Indicador	Objetivo	Justificativa	Elemento, Fator e Medida	Equação de cálculo
14. Taxa termo	Registrar a quantidade de Portêineres que podem trabalhar no navio	Estima a produtividade em que se pode trabalhar o navio	Elemento: Produtividade Fator: Quantidade de portêineres por navio Medida: [unidades/navio]	$\overline{TT} = \frac{\sum_{i=1}^n QP_i}{n}$ Onde, \overline{TT} = Taxa termo; QP_i = Quantidade de portêineres alocados para operação do navio i ; n = Total de navios operados.
15. Prancha média	Medir quantos movimentos são realizados por hora na operação de um navio	Identifica a velocidade de operação de um navio	Elemento: Produtividade Fator: Quantidade média de movimentações por tempo Medida: [MPH (movimentos por hora)]	$Mph_i = \frac{QC_i}{t}$ Onde, Mph_i = Prancha média; QC_i = Quantidade de contêineres movimentados no navio i ; t = Tempo em horas que o navio i ficou atracado no berço.
16. Produtividade do berço de atracação	Mensurar quantos navios atracam em determinado berço	Avaliar a frequência de atracação dos navios no berço	Elemento: Produtividade Fator: Quantidade movimentos por navio por berço por dia. Medida: [MPH/navio]	$\overline{PB}_t = \frac{\sum_{i=1}^n Mph_{ib}}{n}$ Onde, \overline{PB}_t = Produtividade média do berço de atracação no período de tempo t ; Mph_{ib} = Prancha média do navio i atracado no berço b ; n = Total de navios atendidos no berço b no período de tempo t observado.
17. Velocidade de operação dos equipamentos	Identificar a performance do equipamento	Identificar os equipamentos mais rápidos a fim de maximizar a produtividade	Elemento: Produtividade Fator: Quantidade de contêineres por hora por equipamento. Medida: [movimentos/h]	$V_e = \frac{QC_{et}}{t}$ Onde, V_e = Velocidade de operação do equipamento e ; QC_{et} = Quantidade de contêineres movimentados pelo equipamento e em um intervalo de tempo t ; t = Tempo em horas de observação do equipamento.
18. Produtividade dos equipamentos	Mensurar a performance dos equipamentos	Possibilita agir sobre os equipamentos com baixa produtividade	Elemento: Produtividade Fator: Quantidade média de contêineres movimentados por equipamento por hora Medida: [movimentos/h]	$\overline{PE}_{et} = \frac{QC_{et} * TU_e}{t}$ Onde, \overline{PE}_{et} = Produtividade média do equipamento e no período de tempo t ; QC_{et} = Quantidade de contêineres movimentados pelo equipamento e em um intervalo de tempo t ; TU_e = Taxa de utilização do equipamento e ; t = Tempo em horas de observação do equipamento e .

QUADRO 2 – INDICADORES E SEUS RESPECTIVOS OBJETIVO, JUSTIFICATIVA, ELEMENTOR, FATOR, MEDIDA E EQUAÇÃO DE CÁLCULO (CONTINUAÇÃO)

Indicador	Objetivo	Justificativa	Elemento, Fator e Medida	Equação de cálculo
19. Custos de mão-de-obra	Mensurar o custo da mão de obra utilizado nas operações	Verifica os recursos utilizados na operação e auxilia no controle e na redução de custos	Elemento: Financeiro e Custos Fator: Quantidade de dinheiro por ano Medida: [\$/ano]	$C_{MO} = \sum_{i=1}^n C_i$ <p>Onde, C_{MO} = Total de custos de mão de obra; C_i = Custo da mão de obra i.</p>
20. Custo da operação	Identificar o custo na realização de alguma atividade operacional	Identifica perdas, auxilia na redução de custos e otimização dos recursos	Elemento: Financeiro e Custos Fator: Quantidade de dinheiro por navio Medida: [\$/navio]	$C_{Oj} = \sum_{i=1}^n C_{ij}$ <p>Onde, C_{Oj} = Custo total da operação j; C_{ij} = Custo i vinculado à realização da operação j.</p>
21. Custo da manutenção	Mensurar e controlar os custos com manutenção	Auxilia no controle de custos e no planejamento financeiro	Elemento: Financeiro e Custos Fator: Quantidade de dinheiro por ano Medida: [\$/ano]	$C_M = \sum_{i=1}^n C_i$ <p>Onde, C_M = Custo total de manutenção; C_i = Custo i relacionado ao setor ou intervenção de manutenção.</p>
22. Capital investido em infraestrutura	Mensurar o capital investido em infraestrutura	Verifica a modernidade dos equipamentos e infraestrutura do terminal	Elemento: Financeiro e Custos Fator: Quantidade de dinheiro por ano Medida: [\$/ano]	$I_T = \sum_{i=1}^n C_i$ <p>Onde, I_T = Total de capital investido em infraestrutura; C_i = Custo financeiro do investimento i em infraestrutura.</p>
23. Conectividade intermodal	Identificar com quantos modais o terminal de contêineres está conectado	É um diferencial logístico que reduz custos e auxilia em um maior alcance do terminal	Elemento: Equipamentos e Infraestrutura Fator: Quantidade de modais conectados pelo terminal Medida: [unidades]	$CIM = \sum_{i=1}^n C_i$ <p>Onde, CIM = Conectividade Intermodal; C_i = Custo financeiro do investimento i em infraestrutura.</p>

QUADRO 2 – INDICADORES E SEUS RESPECTIVOS OBJETIVO, JUSTIFICATIVA, ELEMENTOR, FATOR, MEDIDA E EQUAÇÃO DE CÁLCULO
(CONTINUAÇÃO)

Indicador	Objetivo	Justificativa	Elemento, Fator e Medida	Equação de cálculo
24.	Determinar quantos contêineres reefer podem ser armazenados no terminal	Identifica a capacidade do terminal em receber contêineres refrigerados	Elemento: Equipamentos e Infraestrutura Fator: Quantidade de tomadas <i>reefer</i> Medida: [unidades]	Q_{Ri} Onde, Q_{Ri} = Quantidade de tomadas <i>reefer</i> instaladas no terminal i .
25.	Mensurar a distância percorrida pelos caminhões	Auxilia a reduzir esta distância e assim aumentar a velocidade do transporte do contêiner	Elemento: Equipamentos e Infraestrutura Fator: Distância média Medida: [m]	$\overline{D_{bz}} = \frac{\sum_{b=1}^n \sum_{z=1}^m D_{bz}}{n \cdot m}$ Onde, $\overline{D_{bz}}$ = Distância média entre o berço e o bloco de carga; D_{bz} = Distância entre o berço b e o bloco z ; n = Quantidade de berços do terminal; m = Quantidade de blocos de carga do terminal.
26.	Determinar a as características do cais quanto à profundidade e comprimento para atracação dos navios	Esses fatores são de extrema importância para definir as condições de aproximação e atracação dos navios ao porto.	Elemento: Equipamentos e Infraestrutura Fator: (Comprimento do cais, Profundidade navegável do acesso ao terminal) Medida: [(m, m)]	$[(C_i ; P_i)]$ Onde, C_i = Comprimento do cais do terminal i ; P_i = Profundidade navegável do acesso ao terminal i .
27.	Identificar a quantidade destes que são os equipamentos de carga e descarga de contêineres mais relevantes	Por serem os equipamentos mais relevantes, impactam diretamente no desempenho do terminal	Elemento: Equipamentos e Infraestrutura Fator: (Quantidade de portaineres, Quantidade de transtêineres) Medida: [(unidades, unidades)]	$[(Q_{Pi} ; Q_{Ti})]$ Onde, Q_{Pi} = Quantidade de portêineres no terminal i ; Q_{Ti} = Quantidade de transtêineres no terminal i ;
28.	Mensurar a quantidade de veículos utilizados para o transporte dos contêineres	Possibilita identificar a capacidade de movimentação do contêiner dentro do terminal	Elemento: Equipamentos e Infraestrutura Fator: Quantidade de veículos Medida: [unidades]	Q_{Vi} Onde, Q_{Vi} = Quantidade de veículos para transporte de contêineres no terminal i ;

QUADRO 2 – INDICADORES E SEUS RESPECTIVOS OBJETIVO, JUSTIFICATIVA, ELEMENTOR, FATOR, MEDIDA E EQUAÇÃO DE CÁLCULO
(CONTINUAÇÃO)

Indicador	Objetivo	Justificativa	Elemento, Fator e Medida	Equação de cálculo
29.	Identificar a quantidade de equipamentos acessórios como empilhadeiras, reach-stackers, fork-lift, etc.	Possibilita verificar se o terminal possui equipamentos necessários para realizar operações específicas	Elemento: Equipamentos e Infraestrutura Fator: Quantidade de equipamentos Medida: [unidades]	Q_{EAI} Onde, Q_{EAI} = Quantidade de equipamentos acessórios no terminal i ;
30.	Mensurar a capacidade de armazenamento do pátio	Identificar capacidade para armazenar contêineres no pátio	Elemento: Ocupação e Armazenagem Fator: Quantidade de TEUs Medida: [TEU]	CA_{Pi} Onde, CA_{Pi} = Quantidade de TEUs que podem ser armazenados no pátio do terminal i .
31.	Mensurar a capacidade de armazenamento do armazém	Identificar capacidade para armazenar contêineres no armazém	Elemento: Ocupação e Armazenagem Fator: Quantidade de TEUs Medida: [TEU]	CA_{Ai} Onde, CA_{Ai} = Capacidade de armazenamento do armazém do terminal i em TEUs;
32.	Taxa de ocupação do pátio	Determinar a porcentagem de área ocupada no pátio	Elemento: Ocupação e Armazenagem Fator: Área ocupada pela área total Medida: [%]	$TO_P = \frac{QC_P}{C_P} \times 100$ Onde, TO_P = Taxa de ocupação do pátio; QC_P = Quantidade de contêineres armazenados no pátio. C_P = Capacidade de armazenamento de contêineres no pátio;
33.	Taxa de ocupação do armazém	Determinar a porcentagem de espaço ocupado no armazém	Elemento: Ocupação e Armazenagem Fator: Área ocupada pela área total Medida: [%]	$TO_A = \frac{QC_A}{C_A} \times 100$ Onde, TO_A = Taxa de ocupação do armazém; QC_A = Quantidade de contêineres armazenados no armazém. C_A = Capacidade de armazenamento de contêineres no armazém;

QUADRO 2 – INDICADORES E SEUS RESPECTIVOS OBJETIVO, JUSTIFICATIVA, ELEMENTOR, FATOR, MEDIDA E EQUAÇÃO DE CÁLCULO (CONCLUSÃO)

Indicador	Objetivo	Justificativa	Elemento, Fator e Medida	Equação de cálculo
34. Tempo de permanência gratuito da carga no terminal	Mensurar o tempo em que a carga pode ficar armazenada no terminal sem custos para o cliente	O tempo de armazenagem sem custos é uma vantagem competitiva	Elemento: Ocupação e Armazenagem Fator: Tempo Medida: [dias]	t_{AG} Onde, t_{AG} = Tempo de permanência gratuito da carga no terminal
35. Tempo médio de permanência do contêiner no terminal	Mensurar o tempo desde que o contêiner foi desembarcado do navio até ser retirado do terminal	Este tempo impacta na ocupação do terminal	Elemento: Ocupação e Armazenagem Fator: Tempo médio por contêiner Medida: [dias/contêiner]	$\bar{t}_c = \frac{\sum_{c=1}^n t_c}{n}$ Onde, \bar{t}_{ci} = Tempo média de permanência de contêineres no terminal; t_{ci} = Tempo de permanência do contêiner c no terminal; n = Quantidade total de contêineres armazenados no terminal.
36. Quebra de equipamentos	Registrar a quantidade de quebras de equipamentos durante um período de tempo	Auxilia a no aprimoramento do planejamento de manutenção	Elemento: Manutenção Fator: Quantidade de quebras de equipamentos por período de tempo Medida: [quebras/mês]	Q_{Qt} Onde, Q_{Qt} = Quantidade de quebras de equipamentos durante o período de tempo t
37. Disponibilidade dos equipamentos	Identificar a capacidade dos equipamentos de executar suas funções em um período de tempo	Auxilia no planejamento de manutenções e de investimentos em equipamentos	Elemento: Manutenção Fator: Tempo disponível para utilização pelo tempo total Medida: [%]	$D_e = \frac{\sum_{e=1}^n \frac{t_{UTE} - t_{Pe}}{t_{UTE}}}{n} \times 100$ Onde, D_e = Disponibilidade dos equipamentos; t_{UTE} = Tempo útil de trabalho do equipamento e ; t_{Pe} = Tempo de paradas não programadas do equipamento e ; n = Quantidade de equipamentos avaliados.
38. Confiabilidade dos equipamentos	Estimar a probabilidade de um equipamento poder realizar suas funções em um determinado momento	Auxilia na identificação de padrões e tendências que servem de base para planejamento de ações futuras	Elemento: Manutenção Fator: Probabilidade do equipamento desempenhar sua função corretamente em condições normais especificadas em um intervalo de tempo Medida: [%]	$R_{it} = e^{-\lambda_{(it)} \cdot t}$ Onde, R_{it} = Confiabilidade do equipamento i em um período de tempo t ; $\lambda_{(it)} = \frac{1}{MTBF_i}$. $MTBF_i = \frac{\text{Somatório de horas em bom funcionamento do equipamento } i}{\text{Número de paradas para manutenção corretiva do equipamento } i}$; t = Tempo de projeção.

4.2 HIERARQUIZAÇÃO GERAL DOS INDICADORES

O índice de relevância geral de cada indicador foi obtido por meio da aplicação da Equação 1 apresentada. O memorial de cálculo do índice do primeiro indicador, quantidade de TEUs movimentados, é apresentado como exemplo, e os resultados obtidos para todos os outros indicadores podem ser encontrados no Quadro 3, que traz os indicadores já na ordem decrescente de relevância geral.

$$RG_{\text{Quantidade de TEUs movimentados}} = 0,11 \times 0,38 \times 18 = 0,7524$$

QUADRO 3 – RELEVÂNCIA GERAL DOS INDICADORES DE TERMINAL DE CONTÊINERES

Indicador	Relevância geral do indicador
Quantidade de TEUs movimentados	0,7524
Prancha média	0,7524
Produtividade dos equipamentos	0,5472
Demanda de movimentação	0,4788
Tempo médio de espera do navio	0,4104
Tempo que o navio ficou atracado	0,4104
Tempo médio de operação	0,4104
Frequência de perdas e danos	0,3420
Produtividade do berço de atracação	0,3420
Capital investido em infraestrutura	0,2784
Tempo que o caminhão externo permanece no terminal	0,2736
Tempo médio do percurso de carga/descarga do caminhão	0,2736
Tempo de espera dos caminhões na fila do terminal	0,2736
Velocidade de operação dos equipamentos	0,2736
Utilização do <i>gate</i>	0,2736
Taxa de utilização dos equipamentos	0,2736
Taxa terno	0,2736
Custo da operação	0,2592
Custo da mão de obra	0,2400
Quantidade de portêineres e transtêineres	0,2310
Comprimento e profundidade do cais e canal de acesso	0,2205
Ocupação do pátio	0,2184
Tempo ocioso dos equipamentos	0,2052
Quantidade de viagens por veículo	0,2052
Quantidade de veículos utilizados	0,1890
Custo da manutenção	0,1824
Capacidade de armazenamento do pátio	0,1794
Equipamentos acessórios	0,1785
Quebra de equipamento	0,1770
Tempo de permanência do contêiner no terminal	0,1404
Tempo de permanência gratuito da carga no terminal	0,1248
Proximidade entre o berço e o bloco de carga no pátio	0,1050
Conectividade intermodal	0,0630
Número de tomadas <i>refeer</i>	0,0630
Disponibilidade dos equipamentos	0,0630
Capacidade do armazém	0,0624
Confiabilidade dos equipamentos	0,0600
Ocupação do armazém	0,0468

Produtividade

Equipamentos e Infraestrutura

Manutenção

Financeiro e Custos

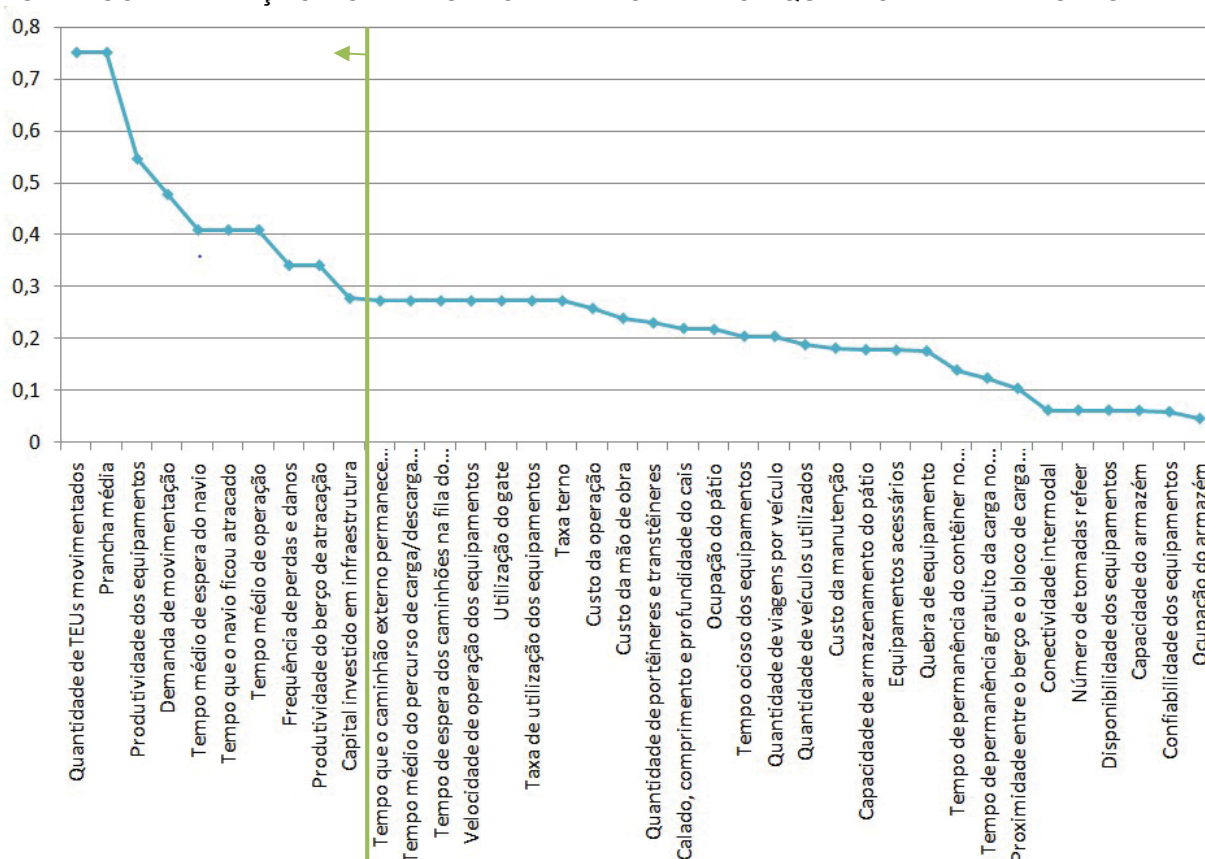
Ocupação e Armazenagem

Dessa forma foi obtida e apresentada a hierarquia geral dos 38 indicadores operacionais usuais de terminais de contêineres, organizados em ordem decrescente de relevância e com as respectivas dimensões devidamente identificadas por cor.

4.3 SELEÇÃO DOS INDICADORES PRIORITÁRIOS A SEREM CONSIDERADOS NO MODELO

A partir desses dados organizados, construiu-se o Gráfico 1, que traz a impressão da relevância de cada um dos indicadores em ordem decrescente em um gráfico de segmento de linha, assim como a linha de corte e os indicadores considerados prioritários até essa etapa.

GRÁFICO 1 – SELEÇÃO DOS INDICADORES PRIORITÁRIOS QUANTO À RELEVÂNCIA GERAL



A priorização por meio do gráfico de segmento de linha selecionou 10 indicadores. Além destes, serão priorizados mais quatro indicadores de extrema importância, sendo eles:

- a) a taxa terno, que faz referência à quantidade de transtêineres que podem trabalhar em cada navio. Esse indicador é utilizado na avaliação de terminais de contêineres pois diferencia, entre outros fatores, o tamanho dos navios que são operados e os terminais que conseguem acessar os navios por dois lados diferentes, e tem impacto direto no resultado de outros indicadores e da competitividade;
- b) o custo da operação, que tem impacto direto no diferencial econômico oferecido aos transportadores, que têm esse como um dos principais critérios de seleção do porto a ser utilizados;
- c) o comprimento e profundidade do cais e canal de acesso, que é um limitador para o tamanhos dos navios que podem ser operados e que demonstra ser um grande desafio enfrentado pelos portos devido ao constante crescimento do tamanho e do calado dos navios porta contêineres e da dificuldade de se melhorar esse índice; e
- d) disponibilidade dos equipamentos, que descreve a porcentagem de tempo que os equipamentos estão disponíveis e aptos para cumprirem suas funções. É muito importante para se determinar a real capacidade de movimentação do terminal, especialmente em se tratando de portêineres e transtêineres,.

O conjunto de 14 indicadores selecionados representa quatro dimensões: Produtividade, Financeiro e Custos, Equipamentos e Infraestrutura e Manutenção. Com a intenção de representar todas as dimensões será selecionado o indicador mais representativo da dimensão faltante, Ocupação e Armazenagem, sendo ele ocupação do pátio.

O Quadro 4 apresenta os indicadores priorizados e a respectiva relevância geral, assim como o somatório dos índices de relevância para auxiliar no cálculo da relevância final para o modelo dos indicadores prioritários.

QUADRO 4 – INDICADORES PRIORIZADOS, COM O SOMATÓRIO DAS RELEVÂNCIAS GERAIS
(CONTINUA)

Indicador		Relevância geral do indicador
1.	Quantidade de TEUs movimentados	0,7524
2.	Prancha média	0,7524
3.	Produtividade dos equipamentos	0,5472
4.	Demanda de movimentação	0,4788
5.	Tempo médio de espera do navio	0,4104
6.	Tempo que o navio ficou atracado	0,4104

QUADRO 4 – INDICADORES PRIORIZADOS, COM O SOMATÓRIO DAS RELEVÂNCIAS GERAIS (CONCLUSÃO)

Indicador		Relevância geral do indicador
7.	Tempo médio de operação	0,4104
8.	Frequência de perdas e danos	0,3420
9.	Produtividade do berço de atracação	0,3420
10.	Capital investido em infraestrutura	0,2784
11.	Taxa terno	0,2736
12.	Custo da operação	0,2592
13.	Comprimento e profundidade do cais e do canal de acesso	0,2205
14.	Ocupação do pátio	0,2184
15.	Disponibilidade dos equipamentos	0,0630
TOTAL:		5,7591

Finalmente, foram selecionados 15 indicadores de terminais de contêineres prioritários para a elaboração do modelo de avaliação de competitividade de terminais de contêineres focada, significativa e mais acertiva.

4.4 DETERMINAÇÃO DA RELEVÂNCIA DOS INDICADORES PARA O MODELO

O índice de relevância de cada indicador para o modelo foi obtido por meio da aplicação da Equação 2 apresentada anteriormente. O memorial de cálculo do índice do primeiro indicador, quantidade de TEUs movimentados, é apresentado como exemplo, e os resultados obtidos para todos os outros podem ser encontrados no Quadro 5, que traz os indicadores em ordem decrescente de prioridade.

$$RF_{\text{Quantidade de TEUs movimentados}} = \frac{0,7524}{5,7591} = 13,06\%$$

QUADRO 5 – RELEVÂNCIA DOS INDICADORES PRIORIZADOS PARA O MODELO

Indicador		Relevância final do indicador
1.	Quantidade de TEUs movimentados	13,06%
2.	Prancha média	13,06%
3.	Produtividade dos equipamentos	9,50%
4.	Demanda de movimentação	8,31%
5.	Tempo médio de espera do navio	7,13%
6.	Tempo que o navio ficou atracado	7,13%
7.	Tempo médio de operação	7,13%
8.	Frequência de perdas e danos	5,94%
9.	Produtividade do berço de atracação	5,94%
10.	Capital investido em infraestrutura	4,83%
11.	Taxa terno	4,75%
12.	Custo da operação	4,50%
13.	Comprimento e profundidade do cais e do canal de acesso	3,83%
14.	Ocupação do pátio	3,79%
15.	Disponibilidade dos equipamentos	1,10%

Assim, foi determinada a relevância final de cada um dos 15 indicadores selecionados para a composição do modelo de avaliação de competitividade de terminais de contêineres, que será o fator de ponderação aplicado no modelo.

4.5 CONSTRUÇÃO DO MODELO

O modelo proposto consiste em:

1. Determinar quais são os limites inferior e superior para a normalização de cada indicador:

O limite inferior do indicador i ($LI_{i\blacksquare}$) e o limite superior do indicador i ($LS_{i\blacksquare}$) devem ser determinados de acordo com o objetivo da aplicação da análise. Ambos independem do indicador em questão ser do tipo maior melhor ou menor melhor. Exemplo:

- a) Para avaliação de competitividade global: Utilizar como limite superior o melhor valor conhecido para cada indicador dentre todos os terminais de contêineres em operação no mundo, enquanto o inferior pode ser 0.
- b) Para avaliação de competitividade nacional ou regional: Utilizar como limite superior o melhor valor conhecido para cada indicador dentre todos os terminais de contêineres em operação no país ou na região em questão, e como limite inferior o 0.
- c) Para utilização como ferramenta de *Benchmarking*: Utilizar como limite superior o melhor valor para cada indicador dentre os terminais comparados, e 0 como limite inferior.
- d) Para autoavaliação durante processo de melhoria de competitividade: Utilizar o 0 como limite inferior e o valor almejado para cada indicador como limite superior.
- e) Para utilização do modelo com outros objetivos de avaliação de competitividade as características e necessidades específicas devem ser analisadas a fim de se determinar os melhores parâmetros a serem utilizados como limites inferior e superior no processo de normalização dos valores dos indicadores.

2. Normalizar os índices dos indicadores do terminal analisado de acordo com os limites superior e inferior.

Para os indicadores do tipo ‘quanto maior melhor’, isso será feito por meio de uma interpolação linear, conforme a Equação 3, que resultará em um valor entre 0 e 1.

$$\frac{X_{iM}}{LS_{iM}-LI_{iM}} \quad (3)$$

Onde,

X_{iM} é o valor do indicador i do tipo ‘maior melhor’ do terminal analisado.

Já para os indicadores do tipo ‘quanto menor melhor’, a normalização se dá como o inverso da anteriormente apresentada, feita conforme a Equação 4, que resultará também em um valor entre 0 e 1.

$$\frac{LS_{im}-LI_{im}}{X_{im}} \quad (4)$$

Onde,

X_{im} é o valor do indicador i do tipo ‘menor melhor’ do terminal analisado.

3. Multiplicar cada índice de indicador normalizado pela relevância específica de cada indicador dentro do modelo. Isso será feito por meio de uma interpolação linear, conforme a Equação 5 para os indicadores do tipo ‘maior melhor’, e a Equação 6 para os indicadores do tipo ‘menor melhor’:

$$\frac{X_{iM}}{LS_{iM}-LI_{iM}} \cdot R_{iM} \quad (5)$$

Onde R_i é a relevância do indicador i para o modelo.

$$\frac{LS_{im}-LI_{im}}{X_{im}} \cdot R_{im} \quad (6)$$

4. Finalmente, será feito o somatório dos resultados de todos os 15 indicadores considerados pelo modelo. Com isso encontraremos um valor entre 0 e 1, que será o índice de competitividade do terminal analisado em relação ao referencial objetivado na utilização do modelo. Dessa forma chegamos à Equação 7 como a equação geral do modelo proposto na presente pesquisa.

$$\text{Índice de Competitividade} = \sum_{iM} \frac{X_{iM}}{LS_{iM}-LI_{iM}} \cdot R_{iM} + \sum_{im} \frac{LS_{im}-LI_{im}}{X_{im}} \cdot R_{im} \quad (7)$$

Onde,

X_{iM} é o valor do indicador i do tipo ‘maior melhor’ do terminal analisado;

X_{im} é o valor do indicador i do tipo ‘menor melhor’ do terminal analisado;

$LS_{i\blacksquare}$ é o limite superior considerado para o indicador iM ou im ;

$LI_{i\blacksquare}$ é o limite inferior considerado para o indicador iM ou im ;

$R_{i\blacksquare}$ é a relevância do indicador iM ou im para o modelo.

Para a aplicação do modelo então o usuário deverá determinar quais serão os limites inferior e superior, pois eles dependem do objetivo de utilização da ferramenta. Em seguida é necessário normalizar os índices dos indicadores do terminal analisado em relação a esses limites. Dessa normalização é possível retirar os primeiros resultados, pois ela resultará entre 0 e 1, indicando a competitividade do terminal em cada indicador em relação ao universo analisado.

Em seguida, esses índices normalizados devem ser multiplicados pela relevância dos respectivos indicadores para o modelo. O somatório dessas multiplicações nos dá o índice de competitividade geral do terminal em relação ao universo analisado.

A Figura 4 apresentada na página 49 ilustra bem esse passo a passo para aplicação do modelo na prática.

Dependendo do objetivo da utilização da ferramenta os resultados da normalização dos indicadores podem ser até mais significativos do que o índice geral de competitividade do terminal de contêineres.

4.6 DETERMINAÇÃO DOS DADOS A SEREM UTILIZADOS PARA APLICAÇÃO DO MODELO

Os dados dos terminais hipotéticos, que podem ser encontrados no Quadro 6, foram determinados por meio de uma entrevista não estruturada com colaboradores do nível gerencial de um terminal de contêineres do Brasil.

A maioria dos dados levantados são reais e referentes a terminais do Brasil, enquanto alguns foram estimados com a ajuda dos especialistas pois eram considerados estratégicos pelos gestores dos terminais em questão, não podendo assim ser publicados. Não serão divulgados quais os dados reais e quais os estimados para proteger as informações dos terminais que colaboraram com a presente pesquisa.

QUADRO 6 – TERMINAIS HIPOTÉTICOS CONSTRUÍDOS PARA A APLICAÇÃO DO MODELO

Indicador	Tipo	Terminal A	Terminal B	Terminal A (Planejam. Estratégico)	Melhores Índices do País
Quantidade de TEUs movimentados [TEU]	Maior melhor	765 000	455 000	1 000 000	3 221 000
Prancha média [MPH]	Maior melhor	85	59	110	143
Produtividade dos equipamentos [movimentos/h]	Maior melhor	Portêiner: 27 Transtêiner: 15 Caminhão: 4	Portêiner: 22 Transtêiner: 10 Caminhão: 3	Portêiner: 32 Transtêiner: 20 Caminhão: 7	Portêiner: 34 Transtêiner: 22 Caminhão: 8
Demanda de movimentação [movimentos/navio]	Maior melhor	800	400	1 000	1 000
Tempo médio de espera do navio [h]	Menor melhor	16,2	15,6	6	6
Tempo que o navio ficou atracado [h]	Menor melhor	15,2	16,1	12	10
Tempo médio de operação [h]	Menor melhor	10,4	9,5	8	6
Frequência de perdas e danos [avarias/ano]	Menor melhor	10	8	3	5
Produtividade do berço de atracação [MPH/navio]	Maior melhor	85	66	110	145
Capital investido em infraestrutura [\$]	Maior melhor	200 000 000	100 000 000	280 000 000	319 000 000
Taxa terno [unidades/navio]	Maior melhor	3,1	3	3,5	4
Custo da operação [\$]	Menor melhor	266 500	166 567	155 630	129 812
Comprimento e profundidade do cais e do canal de acesso [m]	Maior melhor	Comprimento: 1000 Profundidade: 12	Comprimento: 700 Profundidade: 10	Comprimento: 1000 Profundidade: 14	Comprimento: 1200 Profundidade: 15
Ocupação do pátio [% da capacidade do espaço]	Menor melhor	70	80	60	55
Disponibilidade dos equipamentos [% do tempo de operação]	Maior melhor	95	90	98	98

A maioria dos dados levantados são reais e referentes a terminais do Brasil, enquanto alguns foram estimados com a ajuda dos especialistas pois eram considerados estratégicos pelos gestores dos terminais em questão, não podendo assim ser publicados. Não serão divulgados quais os dados reais e quais os estimados para proteger as informações dos terminais que colaboraram com a presente pesquisa.

Foram determinados os dados necessário para realizar três análises:

1. Avaliação de competitividade nacional: Utiliza os índices atuais do terminal A e os melhores índices atuais conhecidos entre todos os terminais em operação no país em que o terminal A se encontra.
2. Autoavaliação em relação ao Planejamento Estratégico: Considera os índices atuais do terminal A e os índices almejados no planejamento estratégico do terminal A para um horizonte de 5 anos.
3. *Benchmarking* entre os terminais A e B: Leva em consideração os índices atuais do terminal A e do terminal B.

4.7 APLICAÇÃO DO MODELO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os dados estão representados no Quadro 6 tal como foram coletados. Uma vez que há dois indicadores com respostas de par e trio coordenados, os dados precisam ser tratados para que cada indicador seja traduzido em um único índice quantitativo.

O indicador ‘produtividade dos equipamentos’ será traduzido como a produtividade média dos equipamentos, e para a determinação desse índice considerou-se uma média ponderada onde os terminais dispõem de uma proporção de 6 caminhões, para cada 2 transtêineres, para cada portêiner. Estas proporções também foram determinadas em conjunto com os entrevistados.

O valor do indicador ‘comprimento e profundidade do cais e do canal de acesso’, por sua vez, será traduzido no produto da profundidade pelo comprimento, considerando assim ambos os índices em igual proporção.

Serão ilustradas três aplicações do modelo de avaliação de competitividade para terminais de contêineires proposto, para objetivos de avaliação diferentes.

4.7.1 Avaliação da competitividade nacional do terminal A

O índice relativo à produtividade dos equipamentos foi obtido por meio da média ponderada dita anteriormente, conforme memorial de cálculo apresentado dos indicadores referentes ao terminal A e aos melhores índices dentre todos os terminais de contêineres em operação no país de contexto.

$$PE_A = \frac{(1 \cdot 27) + (2 \cdot 15) + (6 \cdot 4)}{(1 + 2 + 6)} = \frac{81}{9} = 9 \text{ movimentos/h}$$

$$PE_M = \frac{(1 \cdot 34) + (2 \cdot 22) + (6 \cdot 8)}{(1 + 2 + 6)} = \frac{126}{9} = 14 \text{ movimentos/h}$$

O índice relativo ao indicador de comprimento e profundidade do cais e do canal de acesso foi obtido por meio da multiplicação dos dois valores apresentada anteriormente, conforme memorial de cálculo apresentado referente aos indicadores do terminal A e dos melhores valores conhecidos no país em que o terminal A se situa.

$$C_A \cdot P_A = 1000 \cdot 12 = 12\,000 \text{ m}^2$$

$$C_M \cdot P_M = 1200 \cdot 15 = 18\,000 \text{ m}^2$$

Para a aplicação do modelo proposto como uma ferramenta de avaliação da competitividade do Terminal A em nível nacional, o limite inferior foi considerado como 0 e o limite superior como o melhor índice conhecido dentre todos os terminais em operação no país.

Depois de simplificados os dois indicadores necessários e determinados os limites inferior e superior para este caso, os índices do Terminal A foram normalizados em relação a esses limites, e então esses índices normalizados foram multiplicados pela relevância de cada indicador, resultando no valor de cada indicador para a competitividade nacional. Finalmente esses valores dos indicadores foram somados, resultando nos índice de competitividade do Terminal A em nível nacional. Todos os valores obtidos nesse cálculo estão expostos no Quadro 7.

Esta é a aplicação tradicional do modelo proposto, como uma ferramenta de avaliação da competitividade de um terminal de contêineres dada a região onde está inserido, o país ou o planeta, a partir da qual vários resultados podem ser extraídos.

Além do índice de competitividade nacional do Terminal A ser de 0,5702, os índices dos indicadores normalizados demonstram quão bom é o resultado do terminal em cada indicador em relação aos melhores índices conhecidos dentre os terminais em operação no país.

QUADRO 7 – AVALIAÇÃO DA COMPETITIVIDADE NACIONAL DO TERMINAL A

Tipo	Indicador	(X_{iA}) para o Terminal A		(L_{iA})	(L_{SiA}) (Melhores índices do país)	$\left(\frac{X_{iM}}{L_{SiM}-L_{iM}}\right); \left(\frac{L_{SiM}-L_{iM}}{X_{iM}}\right)$	(R_{iA})	$\left(\frac{X_{iM}}{L_{SiM}-L_{iM}} \cdot R_{iM}\right); \left(\frac{L_{SiM}-L_{iM}}{X_{iM}} \cdot R_{iM}\right)$
		Índices do Terminal A	Limite Inferior					
(■■ _M) Maior melhor	Quantidade de TEUs movimentados [TEU]	765 000	0	3 221 000		0,2375	13,06%	0,0310
	Prancha média [MPH]	85	0	143		0,5944	13,06%	0,0776
	Produtividade dos equipamentos [movimentos/h]	9	0	14		0,6429	9,50%	0,0611
	Demanda de movimentação [movimentos/navio]	800	0	1000		0,8000	8,31%	0,0665
	Produtividade do berço de atracação [MPH/navio]	85	0	145		0,5862	5,94%	0,0348
	Capital investido em infraestrutura [\$]	200 000 000	0	319 000 000		0,6270	4,83%	0,0303
	Taxa terno [unidades/navio]	3,1	0	4,0		0,7750	4,75%	0,0368
(■■ _m) Menor melhor	Comprimento e profundidade do cais e do canal de acesso [m²]	12 000	0	18 000		0,6667	3,83%	0,0255
	Disponibilidade dos equipamentos [% do tempo de operação]	95	0	98		0,9694	1,10%	0,0107
	Tempo médio de espera do navio [h]	16,2	0	6,0		0,3704	7,13%	0,0264
	Tempo que o navio ficou atracado [h]	15,2	0	10,0		0,6579	7,13%	0,0469
	Tempo médio de operação [h]	10,4	0	6,0		0,5769	7,13%	0,0411
	Frequência de perdas e danos [avarias/ano]	10	0	5		0,5000	5,94%	0,0297
	Custo da operação [\$]	266 500	0	129 812		0,4871	4,50%	0,0219
Ocupação do pátio [% da capacidade do espaço]	70	0	55		0,7857	3,79%	0,0298	
		$\sum_{iM} \frac{X_{iM}}{L_{SiM}-L_{iM}} \cdot R_{iM} + \sum_{iM} \frac{L_{SiM}-L_{iM}}{X_{iM}} \cdot R_{iM}$					Índice de Competitividade Nacional do Terminal A:	
							0,5702	

É possível dizer, por exemplo, que os índices nos quais o terminal A é mais competitivo se referem, em ordem decrescente, à demanda de movimentação por navio, ocupação do pátio e taxa terno, todos com um índice de competitividade acima de 0,75, ou 75%. De maneira análoga, é possível afirmar que a quantidade de TEUs movimentados, o tempo médio de espera do navio para atracação, e o custo de operação por navio são aqueles que apresentam os resultados mais defasados em relação aos valores de referência, demandando assim ações de melhoria.

4.7.2 Autoavaliação da competitividade do Terminal A em relação ao planejamento estratégico

O índice relativo à produtividade dos equipamentos almejada segundo o planejamento estratégico Terminal A foi obtido por meio da média ponderada, considerando que o terminal dispõe de uma proporção de 6 caminhões, para cada 2 transtêineres, para cada portêiner, conforme apresentado no memorial de cálculo.

$$PE_{A+5} = \frac{(1 \cdot 32) + (2 \cdot 20) + (6 \cdot 7)}{(1 + 2 + 6)} = \frac{114}{9} \cong 12,7 \text{ movimentos/h}$$

Já quanto ao índice único relativo ao indicador de comprimento e profundidade do cais e do canal de acesso, este foi obtido por meio da multiplicação dos dois valores individuais, do comprimento e da profundidade, conforme memorial de cálculo apresentado referente aos indicadores almejados pelo terminal A.

$$C_{A+5} \cdot P_{A+5} = 1000 \cdot 14 = 14\,000 \text{ m}^2$$

Para a autoavaliação da competitividade atual do Terminal A em relação ao projetado para daqui a 5 anos, o limite inferior foi considerado 0 e o limite superior como os valores previstos para cada indicador conforme o planejamento estratégico.

Registrados os indicadores em questão e determinados os limites inferior e superior para este caso, os índices do Terminal A foram normalizados em relação a esses limites, obtendo o índice de competitividade de cada indicador em relação ao desejado. Neste caso de aplicação estes são os resultados mais relevantes.

Em seguida, esses valores normalizados são multiplicados pela relevância de cada indicador, obtendo-se assim o valor de cada indicador para o índice final. Por fim, esses valores dos indicadores são somados, resultando no índice de competitividade atual do Terminal A em relação à competitividade almejada para daqui a 5 anos. Todos os valores obtidos nesse cálculo estão expostos no Quadro 8.

QUADRO 8 – AUTOAVALIAÇÃO DA COMPETITIVIDADE DO TERMINAL A EM RELAÇÃO AO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

Tipo	Indicador	(X _{iA}) para o Terminal A		(L _{iA})	(L _{S_A})	$\left(\frac{X_{iM}}{L_{S_{iM}}-L_{iM}}\right); \left(\frac{L_{S_{iM}}-L_{iM}}{X_{iM}}\right)$	(R _{iA})	$\left(\frac{X_{iM}}{L_{S_{iM}}-L_{iM}}\right); \left(\frac{L_{S_{iM}}-L_{iM}}{X_{iM}}\right)$
		Índices do Terminal A	Limite Inferior					
(■ _M) Maior melhor	Quantidade de TEUs movimentados [TEU]	765 000	0	1 000 000	0,7650	13,06%	0,0999	
	Prancha média [MPH]	85	0	110	0,7727	13,06%	0,1009	
	Produtividade dos equipamentos [movimentos/h]	9	0	12,7	0,7087	9,50%	0,0673	
	Demanda de movimentação [movimentos/navio]	800	0	1000	0,8000	8,31%	0,0665	
	Produtividade do berço de atracação [MPH/navio]	85	0	110	0,7727	5,94%	0,0459	
	Capital investido em infraestrutura [\$]	200 000 000	0	280 000 000	0,7143	4,83%	0,0345	
	Taxa terno [unidades/navio]	3,1	0	3,5	0,8857	4,75%	0,0421	
	Comprimento e profundidade do cais e do canal de acesso [m²]	12 000	0	14 000	0,8571	3,83%	0,0328	
	Disponibilidade dos equipamentos [% do tempo de operação]	95	0	98	0,9694	1,10%	0,0107	
	Tempo médio de espera do navio [h]	16,2	0	6,0	0,3704	7,13%	0,0264	
(■ _m) Menor melhor	Tempo que o navio ficou atracado [h]	15,2	0	12,0	0,7895	7,13%	0,0563	
	Tempo médio de operação [h]	10,4	0	8,0	0,7692	7,13%	0,0548	
	Frequência de perdas e danos [avarias/ano]	10	0	3	0,3000	5,94%	0,0178	
	Custo da operação [\$]	266 500	0	155 630	0,5840	4,50%	0,0263	
	Ocupação do pátio [% da capacidade do espaço]	70	0	60	0,8571	3,79%	0,0325	
		$\sum_{iM} \frac{X_{iM}}{L_{S_{iM}}-L_{iM}} \cdot R_{iM} + \sum_{iM} \frac{L_{S_{iM}}-L_{iM}}{X_{iM}} \cdot R_{iM}$					Índice de autoavaliação da competitividade atual do terminal A em relação ao almejado para daqui a 5 anos:	0,7147

Nesta aplicação, os índices do Terminal A normalizados indicam quão próximo o resultado de cada indicador está em relação aos almejados pelo planejamento estratégico. Por exemplo, é possível afirmar que os indicadores frequência de perdas e danos e tempo de espera do navio para atracação são os que representam maior intenção de melhoria nesse planejamento estratégico, uma vez que atualmente representam respectivamente apenas 30% e 37% da competitividade almejada eles.

O resultado final do modelo representa, de maneira geral, que o nível de competitividade atual é de 0,7147 em relação à competitividade projetada pelo planejamento estratégico para daqui a 5 anos, que é de 1,0000.

Para auxiliar de maneira efetiva na gestão do projeto de melhoria, o modelo deve ser utilizado frequentemente, possibilitando traçar o histórico da melhoria, identificar as melhores práticas, promover as mudanças de atitude necessárias e assim utilizar a ferramenta de forma eficiente e produtiva.

4.7.3 *Benchmarking* de competitividade entre os terminais A e B

O índice relativo à produtividade dos equipamentos foi mais uma vez obtido por meio da média ponderada dita anteriormente, que considera que os terminais possuem uma proporção de 6 caminhões, para cada 2 portêineres, para cada transtêiner. O memorial de cálculo apresenta a obtenção do indicador do Terminal B.

$$PE_B = \frac{(1 \cdot 22) + (2 \cdot 10) + (6 \cdot 3)}{(1 + 2 + 6)} = \frac{60}{9} \approx 6,7 \text{ movimentos/h}$$

Novamente, quanto ao índice relativo ao indicador de comprimento e profundidade do cais e do canal de acesso, o mesmo foi obtido por meio da multiplicação dos dois índices apresentada anteriormente, conforme memorial de cálculo dos indicadores referentes aos terminais A e B apresentado.

$$C_B \cdot P_B = 700 \cdot 10 = 7\,000 \text{ m}^2$$

Para a aplicação do modelo proposto como uma ferramenta de *Benchmarking* entre os terminais de contêineres A e B, o limite inferior foi considerado como 0 e o limite superior como o melhor índice entre os dois analisados.

Depois de simplificados os dois indicadores necessários, foram determinados os limites inferior e superior para este caso, como sendo o inferior 0 e

o superior o melhor índice entre os dois terminais observados. Em seguida os índices dos terminais A e B foram normalizados em relação a esses limites, e então esses índices normalizados foram multiplicados pela relevância de cada indicador, resultando no valor de cada indicador para a competitividade do respectivo terminal. Finalmente esses valores dos indicadores de cada terminal foram somados, resultando nos índice de competitividade do Terminal A e do Terminal B. Todos os valores obtidos nesse cálculo estão expostos no Quadro 9.

A partir da aplicação do modelo como uma ferramenta de *Benchmarking* diversas respostas podem ser extraídas do processo.

O índice de competitividade de cada terminal determina que o Terminal A apresenta um nível de competitividade de 0,9624, enquanto o Terminal B apresenta um índice de competitividade de 0,7772, portanto o Terminal A é, de maneira geral, mais competitivo que o Terminal B.

Porém, isso não quer dizer que o Terminal A seja mais eficiente que o Terminal B em relação a todos os indicadores analisados. Uma vez que a aplicação do modelo como ferramenta de *Benchmarking* considera como limite superior o melhor índice entre os terminais analisados, para todos os indicadores pelo menos um dos terminais em questão apresentarão o índice 1,0000.

Os resultados dos índices normalizados de cada terminal indicam quão bom está o resultado de cada indicador em relação ao(s) outro(s) terminal(is) comparado(s). Por exemplo, neste caso é possível dizer que o terminal A é mais competitivo do que o terminal B na grande maioria dos indicadores, mas o terminal B é mais competitivo no que diz respeito ao tempo médio de espera do navio, ao tempo médio de operação do navio, à frequência de perdas e danos, e especialmente ao custo da operação.

Ao pensar no modelo como uma ferramenta de *Benchmarking* uma conclusão possível é de que os gestores do terminal B compartilhem as boas práticas em relação a esses quatro indicadores com os colaboradores do terminal A, e o recíproco aconteça em relação aos outros indicadores, onde o terminal A é mais competitivo que o B.

QUADRO 9 – BENCHMARKING DE COMPETITIVIDADE ENTRE OS TERMINAIS A E B

Tipo	Indicador	(X _{i■}) para o Terminal A	(X _{i■}) para o Terminal B	(Ll _{i■})	(Ls _{i■})	$\left(\frac{X_{iM}}{L_{S_{iM}} - L_{l_{iM}}}\right) ; \left(\frac{L_{S_{iM}} - L_{l_{iM}}}{X_{iM}}\right)$	(R _{i■})	$\left(\frac{X_{iM}}{L_{S_{iM}} - L_{l_{iM}}} \cdot R_{iM}\right) ; \left(\frac{L_{S_{iM}} - L_{l_{iM}}}{X_{iM}} \cdot R_{iM}\right)$					
		Índices do Terminal A	Índices do Terminal B	Limite Inferior	Limite Superior	Índices do Terminal A Normalizados	Índices do Terminal B Normalizados	Relevância do Indicador	Valor do Indicador do Terminal A	Valor do Indicador do Terminal B			
(■■ _M) Maior melhor	Quantidade de TEUs movimentados [TEU]	765 000	455 000	0	765 000	1,0000	0,5948	13,06%	0,1306	0,0777			
	Prancha média [MPH]	85	59	0	85	1,0000	0,6941	13,06%	0,1306	0,0907			
	Produtividade dos equipamentos [movimentos/h]	9	6,7	0	9	1,0000	0,7444	9,50%	0,0950	0,0707			
	Demanda de movimentação [movimentos/navio]	800	400	0	800	1,0000	0,5000	8,31%	0,0831	0,0416			
	Produtividade do berço de atracação [MPH/navio]	85	66	0	85	1,0000	0,7765	5,94%	0,0594	0,0461			
	Capital investido em infraestrutura [\$]	200 000 000	100 000 000	0	200 000 000	1,0000	0,5000	4,83%	0,0483	0,0242			
	Taxa termo [unidades/navio]	3,1	3,0	0	3,1	1,0000	0,9677	4,75%	0,0475	0,0460			
(■■ _m) Menor melhor	Comprimento e profundidade do cais e do canal de acesso [m²]	12 000	7 000	0	12 000	1,0000	0,5833	3,83%	0,0383	0,0223			
	Disponibilidade dos equipamentos [% do tempo de operação]	95	90	0	95	1,0000	0,9474	1,10%	0,0110	0,0104			
	Tempo médio de espera do navio [h]	16,2	15,6	0	15,6	0,9630	1,0000	7,13%	0,0687	0,0713			
	Tempo que o navio ficou atracado [h]	15,2	16,1	0	15,2	1,0000	0,9441	7,13%	0,0713	0,0673			
	Tempo médio de operação [h]	10,4	9,5	0	9,5	0,9135	1,0000	7,13%	0,0651	0,0713			
	Frequência de perdas e danos [avarias/ano]	10	8	0	8	0,8000	1,0000	5,94%	0,0475	0,0594			
	Custo da operação [\$]	266 500	166 567	0	166 567	0,6250	1,0000	4,50%	0,0281	0,0450			
Ocupação do pátio [% da capacidade do espaço]	70	80	0	70	1,0000	0,8750	3,79%	0,0379	0,0332				
		Índice de Competitividade dos Terminais:										A = 0,9624	B = 0,7772
		$\sum \frac{X_{iM}}{L_{S_{iM}} - L_{l_{iM}}} \cdot R_{iM} + \sum \frac{L_{S_{iM}} - L_{l_{iM}}}{X_{iM}} \cdot R_{iM}$											

5 CONCLUSÃO

Uma vez que o comércio internacional é dominado pelo transporte marítimo de contêineres, este demonstra ser um tema de extrema importância de estudo.

A falta de uma gama bem definida de indicadores de desempenho operacional na área portuária representa um grande desafio, não só para o desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao tema, mas principalmente para auxiliar gestores de terminais de contêineres na tomada de decisões acertivas em relação à melhoria de eficiência operacional e à competitividade.

Na introdução um panorama geral dos terminais de contêineres do mundo foi apresentado, assim como uma breve descrição da evolução das características de operação dos terminais latino americanos e brasileiros.

No referencial teórico foram apresentados os indicadores usuais dos terminais de contêineres, relacionando-os por grau de importância conforme pesquisa bibliográfica.

Para todos os 38 indicadores foi proposto padrão de medição de acordo com elemento, fator e medida, além de objetivo e justificativa claros, baseado nas informações levantadas por revisão de literatura.

Foram identificados 15 (quinze) indicadores prioritários para a avaliação da competitividade de terminais de contêineres, que foram utilizados para compor o modelo proposto, além da hierarquia entre eles.

Também foi determinado o índice de relevância de cada indicador em relação aos demais prioritários, chamado de relevância do indicador para o modelo, que demonstrava o impacto do resultado de cada índice na competitividade do terminal de contêineres como um todo.

A presente pesquisa alcançou seu objetivo geral ao propor um modelo que permita avaliar a competitividade de terminais de contêineres e estabelecer comparação entre eles.

O modelo matemático proposto pode ser resumido na Equação 7 apresentada, que é:

$$\text{Índice de Competitividade} = \sum_{iM} \frac{X_{iM}}{LS_{iM} - LI_{iM}} \cdot R_{iM} + \sum_{im} \frac{LS_{im} - LI_{im}}{X_{im}} \cdot R_{im}$$

Onde,

X_{iM} é o valor do indicador i do tipo 'maior melhor' do terminal analisado;

X_{im} é o valor do indicador i do tipo 'menor melhor' do terminal analisado;

$LS_{i\blacksquare}$ é o limite superior considerado para o indicador iM ou im ;

$LI_{i\blacksquare}$ é o limite inferior considerado para o indicador iM ou im ;

$R_{i\blacksquare}$ é a relevância do indicador iM ou im para o modelo.

Foram realizadas aplicações do modelo com dados de terminais hipotéticos para três análises diferentes.

A primeira avaliação foi da competitividade nacional de um terminal de contêineres. A partir dela, além do índice de competitividade nacional do terminal, de 0,5702, também é possível perceber a partir do resultado da normalização dos valores dos indicadores quais são os índices nos quais o terminal A é mais competitivo, e quais os indicadores que apresentam os resultados mais defasados em relação aos valores de referência, demandando assim ações de melhoria.

A segunda análise foi uma autoavaliação da competitividade de um terminal em relação ao seu planejamento estratégico, ou seja, à competitividade almejada para daqui a 5 anos. Os valores normalizados dos indicadores indicam quão próximo o resultado de cada indicador está em relação aos almejados pelo planejamento estratégico, além de o índice de competitividade do terminal hoje ser 0,7147, em comparação ao índice almejado, que é 1.

A última aplicação do modelo foi como uma ferramenta de *Benchmarking* de competitividade entre dois terminais de contêineres. O índice de competitividade de cada terminal demonstra que, de maneira geral, o Terminal A é mais competitivo que o B, mas isso não quer dizer que o Terminal A seja mais competitivo que o B em relação a todos os indicadores analisados. Os resultados dos índices normalizados de cada terminal indicam quão bom está o resultado de cada indicador em relação ao outro analisado. O terminal A é mais competitivo que o B na grande maioria dos indicadores, mas o terminal B é mais competitivo no que diz respeito a quatro indicadores específicos, portanto uma conclusão possível é de que os gestores de cada terminal compartilhem com os do outro as boas práticas em relação aos indicadores nos quais é melhor.

Nas três aplicações demonstradas os limites inferiores foram considerados 0 (zero). A pesquisadora não descarta a possibilidade de que para certas aplicações seja interessante que esse limite seja diferente de zero, mas essa possibilidade não foi explorada nesta pesquisa, sendo uma boa oportunidade de pesquisas futuras.

Outra oportunidade de continuação da presente pesquisa é a partir da aplicação do modelo proposto para terminais de contêineres reais no contexto não só do Brasil, mas do continente e do mundo. Através dessa aplicação é possível analisar uma análise comparativa mais concreta entre todos os terminais do mundo.

Além disso também pode ser possível validar o presente modelo de maneira prática avaliando e comparando terminais do mundo, e até propor melhorias a partir dessa aplicação.

O modelo proposto nesta pesquisa tem grande potencial de aplicação prática como ferramenta de gestão para terminais de contêineres.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1994) NBR 5462 – **Confiabilidade e manutenibilidade**, p.2-3;10;16.

ABRATEC (2019) **Estatísticas**. Disponível em: <<https://abratec.terminais.org.br/estatisticas>> Acesso em 14/08/2019.

ANTAQ, Agência Nacional de Transportes Aquaviários (2019) **Anuário ANTAQ**. Disponível em: <<http://web.antaq.gov.br/Anuario/>> Acesso em 02/08/2019.

ARRUDA, C. M.; NOBRE JÚNIOR, E. F.; MAGALHÃES, P. S. B. **Métodos dos Indicadores de Desempenho Proposto Pela ANTAQ: Uma aplicação ao terminal portuário de PECÉM**. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 2008.

BALDASSARRA, A.; IMPASTATO, S.; RICCI, S. **Intermodal terminal simulation for operations management**. European Transport, v.46, p.86-99, 2010.

BALLOU, R. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos / logística empresarial**. 5. ed, Porto Alegre: Bookman, 2010.

BOWERSOX, D.; CLOSS, D. **Logística empresarial: O processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2010.

BRAGLIA, M.; PETRONI, A. **A quality assurance-oriented methodology for handling trade-offs in supplier selection**. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, v.30, n.2, p.96-111, 2000.

BRASIL. **LEI FEDERAL Nº 8.630**, de 25 de Fevereiro de 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/leis/L8630.htm> Acesso em 09/03/2018.

BRASIL. **LEI FEDERAL Nº 12.815**, de 5 Junho de 2013. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12815.htm> Acesso em 09/03/2018.

CABRAL, A. M. R.; RAMOS, F. S. **Cluster analysis of the competitiveness of container ports in Brazil**. Transportation Research Part A, v.69, p.423-431, 2014.

CARDOSO JUNIOR, R. A. F. **Hierarquização dos Indicadores de Desempenho da Qualidade Aplicada aos Terminais Portuários de Movimentação de Contêineres**. Dissertação de Mestrado, Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes no Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

CHAN, F. T. S.; KUMAR, N. **Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach**. OMEGA – International Journal of Management Science, v.35, n.4, p.417–431, 2007.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: Estratégia, planejamento e operação**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

CHRISTIANSEN, M.; FAGERHOLT, K.; RONEN, D. **Ship Routing and Scheduling: Status and Perspectives**. Transportation Science, v.38, n.1, p.1-18, 2004.

CHRISTOPHER, M. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: criando redes que agregam valor**. 2. Ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

DAVIES, M. **Adaptive AHP: a review of marketing applications with extensions**. European Journal of Marketing, v.35, n.7-8, p.872-964, 2001.

DE BRITTO, P. A. P.; LUCAS, V. M.; COUTINHO, P. C.; DE CARVALHO, A. X. Y.; DE OLIVEIRA, A. L. R.; LUSTOSA, P. R. B.; ALBUQUERQUE, P. H. M.; FONSECA, A. P. **Promoção da concorrência no setor portuário: uma análise a partir dos modelos mundiais e aplicação ao caso brasileiro**. Revista Administração Pública, v.49, n.1, 2015.

DE CARVALHO, M. M.; PALADINI E. P. **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos**. 2ªed. CAMPUS – ABEPRO, 2012.

DE CONTO, S. M.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V.; VACCARO, G. L. R. **A inovação como fator de vantagem competitiva: estudo de uma cooperativa produtora de suco e vinho orgânicos**. Gestão e Produção, v.23, n.2, p.397-407, 2016.

DE LANGEN, P. W.; SHARYPOVA, K. **Intermodal connectivity as a port performance indicator**. Research in Transportation Business & Management, v.8, p.97-102, 2013.

GEBRAEEL, N. Z.; LAWLEY, M. A. **Deadblock detection, prevention, and avoidance for automated tool sharing systems**. IEEE Transactions on Robotics and Automation, v.17, n.3, p.342-356, 2011.

GUIA MARÍTIMO (2016). **Guia Portuário Brasil 2016**. Disponível em: <<http://www.guiamaritimo.com.br/files/originals/PORTUARIO2016.pdf>> Acesso em 14/03/2018.

HAUSER, J.; KATZ, G. **Metrics: You Are What You Measure!** European Management Journal, v.16, n.5, p.517-528, 1998.

HSU, W. **Improving the service operations of container terminals**. The International Journal of Logistics Management, v.24, n.1, p.101-116, 2013.

HUYNH, N.; WALTON, M. **Methodologies for reducing truck turn time at marine container terminals**. Dissertação de Mestrado, The University of Texas. Austin, Texas, 2005.

IAPH, International Association of Ports and Harbors (2018) **Port League Top 50, 2008 - 2017**. Disponível em: <http://www.iaphworldports.org/iaph/wp-content/uploads/WorldPortTraffic-Data-for-IAPH-using-LL-container_2018_final.pdf> Acessado em: 14/08/2019.

JIANG, J.; LEE, L. H.; CHEW, E. P.; GAN, C. C. **Port connectivity study: An analysis framework from container liner shipping network perspective.** Transportation Research Part E, v. 73, p. 47-64, 2015.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **A estratégia em ação: Balanced Scorecard.** 8ªed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

LAGOUDIS, I. N.; LALWANI, C. S.; NAIM, M. M. **Ranking of factors contributing to higher performance in the ocean transportation industry: a multi-attribute utility theory approach.** Maritime Policy and Management, v.33, n.4, p.345-369, 2006.

LAM, J. S. L.; YAP, W. Y. **A measurement and comparison of cost competitiveness of container ports in Southeast Asia.** Transportation, v.33, n.6, p.641-654, 2006.

MARTINS, P.; LAUGENI, F. **Administração da Produção.** 2ª. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2005.

MORAES, E. A. de. **Inovação e Competitividade: uma proposta de redefinição da importância e escopo da inovação no modelo de estratégia competitiva baseado em competência cumulativas.** Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação da Escola de Administração de Empresas de São Paulo - Fundação Getúlio Vargas. São Paulo, São Paulo, 2003.

MOURA, R. A.; BANZATTO, J. M. **Embalagem, Unitização e Containerização.** Série Manual de Logística: v. 3. São Paulo: Iman, 2007.

MINISTÉRIO BRASILEIRO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL (2017). **Transporte Aquaviário.** Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/editoria-d.html>> Acesso em 09/03/2018.

NIEDRITIS, A.; NIEDRITE, L.; KOZMINA, N. **Performance measurement framework with formal indicator definitions.** Perspectives in Business Informatics Research, v.90, p.44-58, 2011.

NOBRE, M. **A gestão logística do contêiner vazio.** Dissertação de mestrado. Universidade Católica de Santos. Santos, 2006.

NOORAMIN, A.; AHOUEI, V.; SAYAREH, J. **A Six Sigma framework for marine container terminals.** International Journal of Lean Six Sigma, v.2, n.3, p.241-253, 2011.

OCCHI, T.; ALMEIDA, C. C. O.; e ROMANINI, A. **Reutilização de containers de armazenamento e transporte como espaços modulados na arquitetura.** Anais da Mostra de Pesquisa de Pós-Graduação do IMED, n.8, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, 2015.

PARK, Y. M.; KIM, K. H. **A scheduling method for Berth and Quay cranes.** OR Spectrum, v.25, n.1, p.1-23, 2003.

PORTOS DO BRASIL (2015) **O que é área do Porto Organizado?** Disponível em: <<http://www.portosdobrasil.gov.br/sobre/perguntas-frequentes>> Acesso em 30/03/2018.

PORTO DE SANTOS (2018) **Movimento de Contêineres por Terminal**. Análise do Movimento Físico do Porto de Santos | Dezembro de 2017. Disponível em: <http://189.50.187.200/docpublico/amf_cpt/2017/amf-2017-12.pdf> Acesso em 14/03/2018.

PRAMOD, V. R.; DEVADASAN, S. R.; MUTHU, S.; JAGATHYRAJ, V. P.; MOORTHY, G. D. **Integrating TPM and QFD for improving quality in maintenance engineering**. Journal of Quality in Maintenance Engineering, v.12, n.2, p.150-71, 2006.

PRESTON, P.; KOZAN, E. **A tabu search technique applied to scheduling container transfers**. Journal Transportation Planning and Technology, 24(2), 135-153, 2001.

RASHIDI, H.; TSANG, E. **Novel constraints satisfaction models for optimization problems in container terminals**. Applied Mathematical Modelling, v.37, p.3601-3634, 2013.

REA, P.; KERZNER, H. **Strategic planning**, New York: VNR, 1997.

RECH, S. R. **Cadeia Produtiva da Moda: Um Modelo Conceitual de Análise da Competitividade no Elo Confecção**. Tese de Doutorado, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina, 2006.

REICHER, H.; VACHAL, K. **Product Differentiation And Market Segmentation In Grains And Oilseeds: Implication For Industry In Transition**. Identity Preserved Grain – Logistical Overview. Washington, USA, 2003.

RICARDO, D. **Princípios de economia política e tributação**. Coleção Os Economistas. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

ROBBINS, S. P. **Administração: mudanças e perspectivas**. São Paulo: Saraiva, 2000.

RODRIGUES, T. A. **Identificação e Hierarquização de Dimensões de Indicadores de Desempenho Operacionais de Terminais de Contêineres no Brasil por meio da Analytic Hierarchy Process (AHP)**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, 2016.

SAMOHYL, R. W. **Controle Estatístico da Qualidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

SHAN, J.; YU, M.; LEE, C. **An Empirical Investigation Of The Seaport's Economic Impact: Evidence From Major Ports In China**. Transportation Research Part E, v.69, p.41-53, 2014.

SOARES, L. S. **Impacto de modelos alternativos de uso de rebocadores portuários no aumento da capacidade de navios**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Engenharia Oceânica, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2017.

TALLEY, M.; NG, M. **Maritime transport chain choice by carriers, port and shippers**. Int. J. Production Economics, v.142, p.311-316, 2013.

TAPIA, R. J.; ZÁRATE, C.; ESTEBAN, A.; VIEIRA, G. B. B.; SENNA, L. A. dos S. **Proposición y Evaluación de Indicadores de Movimiento de Carga para el puerto de Mar Del Plata**. Espacios, v.35, n.11, p.9-21, 2014.

TONGZON, J.; HENG, W. **Port privatization, efficiency and competitiveness: some empirical evidence from container ports (terminals)**. Transp, Res. Part A: Policy and Practice. v.39, n.5, p.405-428, 2005.

TOVAR, B.; HERNÁNDEZ, R.; RODRÍGUEZ-DÉNIZ, H. **Container Port Competitiveness And Connectivity: The Canary Islands Main Ports Case**. Transport Policy, v.38, p.40-51, 2015.

TRUJILLO, M. V. F. **La Descentralización Y Sus Efectos En Las Políticas Portuárias En Latinoamérica**. XV Encuentro de Latinoamericanistas Españoles, Congreso Internacional “América Latina: La Autonomía De Una Región”. Madrid, Espanha, 2013.

UNCTAD, United Nations Conference on Trade and Development (2014) **Review of Maritime Transport 2014**. New York e Geneva. Disponível em: <http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/rmt2014_en.pdf> Acesso em 31/03/2018.

VASCONCELOS, F. C.; CYRINO, A. B. **VANTAGEM COMPETITIVA: os modelos teóricos atuais e a convergência entre estratégia e teoria organizacional**. RAE - Revista de Administração de Empresas, v.14, n.4, p.20-37, 2000.

VERHOEVEN, P. **A review of port authority functions: Towards a renaissance?** Maritime Policy and Management, v.37, n.3, p.247-270, 2010.

WORLD SHIPPING (2018) **Ports**. Disponível em: <<http://www.worldshipping.org/about-the-industry/global-trade/ports>> Acesso em 07/03/2018.

WU, S.; CLEMENTS-CROOME, D. **Ratio of operating and maintenance costs to initial costs of building services systems**, Cost Engineering, v.49, n.12, p.30-33, 2007.

YEO, G.; ROE, M.; DINWOODIE, J. **Measuring the competitiveness of container ports: logisticians' perspectives**. European Journal of Marketing, v.45, n.3, p.455-470, 2011.

ZARZOSO, I. M.; HOFFMANN, J. **Costes De Transporte Y Conectividad En El Comercio Internacional Entre La Unión Europea Y Latinoamérica**. Comercio Internacional y Costes de Transporte. ICE, n.834, 2007.

ZHANG, C.; WAN, Y.; LIU, J.; LINN, R. J. **Dynamic Crane Deployment In Container Storage Yard**. Transportation Research Part B: Methodological, v.36, n.6, p.537-555, 2002.

ZHANG, L. W.; YE, R.; HUANG, S. Y.; HSU, W. J. **Mixed Integer Programming Models for Dispatching Vehicles at a Container Terminal**. Journal of Applied Mathematics and Computing, v.17, n.1-2, p.145-170, 2005.

ZILBER, M. A.; FISCHMANN, A. A. **Competitividade e a Importância de Indicadores de Desempenho: utilização de um modelo de tendência Autoria**. Anais do Encontro da ANPA. Salvador, Bahia, 2002.